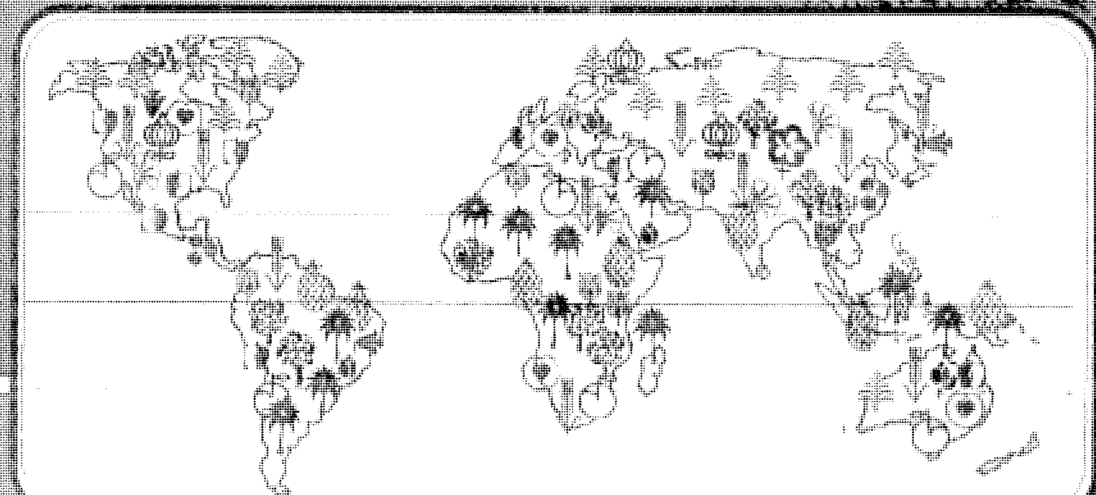
الجغرافيا النباتية



الدكتور محمد عبدو العودات

الدكتور عبد السلام محمود عبد الله

الدكتور عبد الله بن محمد الشيخ

النشر العلمي والمطابع

جامعة الملك سعود

بسم الله الرحمن الرحيم

الطبعة الأولى: ١٤٠٥هـ (١٩٨٥م).
الطبعة الثانية: ١٤١٧هـ (١٩٩٧م).

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر
العودات، محمد عبدو
الجغرافيا النباتية/ محمد عبدو العودات، عبدالسلام محمود عبدالله، عبدالله بن محمد الشيخ الأنصاري. - ط٢.
٣٢٦ ص؛ ١٧×٢٤ سم
ردمك ٢ - ٢٦٧-٠٥-٩٩٦٠ (غلاف)
٠ - ٢٦٨-٠٥-٩٩٦٠ (جلد)
١ - النباتات - التوزيع الجغرافي أ - عبدالله، عبدالسلام محمود (م. مشارك) ب - الأنصاري، عبدالله بن محمد (م. مشارك) جـ - العنوان
ديوي ٥٨١,٩ ١٦/٠٤٧٧

رقم الإيداع: ١٦/٠٤٧٧

حكمت هذا الكتاب لجنة متخصصة شكلها المجلس العلمي بالجامعة، وقد وافق المجلس على نشره في اجتماعه الحادي عشر الذي عقد بتاريخ ١٤٠٤/٦/٢٣هـ الموافق ١٩٨٤/٣/٢٥م.
ثم وافق المجلس على إعادة طباعته في اجتماعه الرابع والعشرين للعام الدراسي ١٤١٦/١٤١٥هـ. الذي عُقد بتاريخ ١٤١٦/١/٢٠هـ الموافق ١٩٩٥/٦/١٨م.

مطابع جامعة الملك سعود

إهداء

إلى أستاذنا الجليل الأستاذ الدكتور أحمد محمد مجاهد

المقدمة

تعتبر الجغرافيا النباتية التي تهتم بتوزيع الأنواع النباتية وأنماط الغطاء النباتي الطبيعي على سطح الكرة الأرضية واحدا من أهم فروع علم النبات، ولكنها على الرغم من ذلك لم تحظ بنصيب واف من اهتمام الباحثين العرب، باستثناء القليل من الفصول التي خصصت لها في بعض كتب البيئة والجغرافيا الطبيعية، ولذلك فإن المكتبة العربية مازالت تفتقر إلى المزيد من هذا الجانب الهام من جوانب المعرفة النباتية.

وللجغرافيا النباتية أهمية كبيرة باعتبارها فرعا هاما من فروع علم النبات، ولما لها من صلة وطيدة بعلوم البيئة النباتية والتصنيف والتربة والمناخ ذلك أن الجغرافيا النباتية لاتدرس فقط مناطق انتشار الأنواع النباتية وأنماط الغطاء النباتي المختلفة وإنما تدرس أيضا الأسباب والعوامل الكامنة وراء هذا التوزيع من مناخية وتربية وأحيائية وغيرها، وهكذا فاهتمامات الجغرافيا النباتية متعددة ومتشعبة وتتطلب الإلمام بكثير من العلوم الأخرى مثل علم البيئة النباتية والتصنيف والأرصاد والتربة وغيرها.

ولقد عالج الكتاب توزيع الأنواع النباتية ورقعة انتشارها وتأثير العوامل المناخية وعوامل التربة والعوامل الأحيائية على هذا التوزيع، إضافة إلى الممالك الفلورية وأنماط الغطاء النباتي على سطح الكرة الأرضية. كما عالج أنماط الغطاء النباتي في المملكة العربية السعودية، وقد زود الكتاب بمجموعة من الخرائط والأشكال التوضيحية والرسوم البيانية والصور التي كان قد جمعها المؤلفون أثناء جولاتهم في أرجاء المملكة العربية السعودية.

وكل ما نرجوه أن يكون هذا الكتاب إسهاما في إنماء الدراسات النباتية.

والله الموفق،،،

المؤلفون

المحتويات

صفحة

صفحـة

صفحـة

تمهيد

جغــرافيــا النبــات Plant Geography هي العلم الــذي يدرس توزع الأنــواع النبــاتيــة والــوحــدات التصنيفيــة الأكــبر (جنس، فصيلة . . . الــخ) على سطح الكرة الأرضية والقــوانــين النــاظمة لهذا التوزع، ولاتقتصر جغرافيا النبات على دراسة توزع النباتات الحالي فقط وإنما تدرس كذلك توزع النباتات في العصور (الحين) الجيولوجية المختلفة، لذا نستطيع التكلم عن جغرافيا النبات في العصر الترياسي أو الجوراسي أو الكريتاسي وغــيره. وتعتمــد جغــرافيــا النبــات التي تدرس توزع النبــاتــات في العصور الجيولوجية المختلفة كليا على المستحاثات (الحفريات) وانطباعاتها والتي غالبا ما تكون قليلة وغير كاملة، ولهذا يمكن اعتبار معلوماتنا عن توزع النباتات في العصور الجيولوجية المختلفة غير كاملة. كما يمكن القول إن معلوماتنا عن توزع النباتات الحالي غير كاملة نسبيا، وذلــك لأن عددا كبــيرا من الأنــواع النبــاتية غير معروفة حتى الآن، وكل عام يكتشف الباحثون العديد من الأنواع النباتية العليا والدنيا، كما أن توزع الأنواع النباتية المعروفة أيضــا لايمكن اعتبــاره كامــلا فبــين حين وآخر تظهر دراسات تبين وجود هذا أو ذاك من الأنواع النباتية في مكان لم يكن معروفا فيه سابقا، ومن هنا يتبين أن معلوماتنا عن توزع النباتات على سطح الكرة الأرضية في تغير مستمر.

لاتعيش الأنــواع النبــاتيــة منفردة وإنما تكون مجتمعة في مجموعات هي المجتمعات النبــاتيــة Plant communities والمجتمــع النباتي هو عبارة عن مجموعة نباتية محددة، ولها على امتـــداد المنطقـــة التي تحتلهــا نفس المظهــر الخــارجي، مابقيت الظــروف البيئيــة والعلاقات المتبادلة بين النباتات المشكلة لها والوسط المحيط واحدة.

إن أصغر وحدة تصنيفية للفلورا هي النوع ، وأصغر وحدة تصنيفية للغطاء النباتي هي العشيرة Association التي تتألف من عدد من المجتمعات النباتية المتشابهة . فإذا اعتبرنا العشيرة النباتية Association تقابل النوع فإن المجتمع النباتي يقابل الفرد . وإلى جانب الجغرافيا النباتية التي تدرس توزع الأنواع النباتية ، توجد الجغرافيا النباتية التي تدرس توزع العشائر النباتية والوحدات التصنيفية الأكبر للغطاء النباتي .

وتقسم جغرافيا النبات إلى ثلاثة أقسام رئيسية :

١ - جغرافيا النبات الفلورية Floristic geography.
٢ - جغرافيا النبات البيئية Ecological geography.
٣ - جغرافيا النبات التاريخية Historical geography.

تهتم جغرافيا النبات الفلورية بدراسة الفلورا Flora ، وفلورا منطقة ما هي عبارة عن مجموع الأنواع النباتية التي تعيش في هذه المنطقة فيمكن القول فلورا المملكة العربية السعودية ، مصر ، الكويت أو الوطن العربي وهكذا ، وعندما تقتصر دراستنا على تحديد مكان وجود الأنواع النباتية المختلفة ومساحة رقعة انتشارها وحدود هذه الرقعة ، وبالتالي مقارنة فلورا المناطق المختلفة تكون في مجال جغرافيا النبات الفلورية (أي التي تدرس الأنواع النباتية من حيث مكان وجودها وانتشارها وحدود رقعة انتشارها) .

وعند دراسة توزع الأنواع النباتية ومساحة رقعة انتشارها يظهر سؤال كالتالي : ما هي الأسباب المؤدية إلى وجود نوع ما في منطقة واختفائه في منطقة أخرى ، وكذلك ما هي الأسباب التي تجعل الرقعة Area التي يعيش عليها النوع بهذا الشكل وبهذه المساحة ، وهذه الأسباب معقدة ويمكن وضعها في مجموعتين :

أ - أسباب بيئية .
ب - أسباب تاريخية .

وكما هو معروف من علم البيئة أن لكل نوع نباتي ظروف محددة (مناخ، تربة، الخ) يستطيع أن يعيش فيها، إن لم تتوفر هذه الظروف في منطقة ما فإن النوع النباتي لا ينمو في هذه المنطقة.

ويرتبط في الواقع شكل ومساحة رقعة انتشار النوع ومساحة هذه الرقعة ارتباطا وثيقا بالظروف البيئية المحيطة وبالدرجة الأولى المناخ والتربة. ومن هنا نجد أن مجال جغرافيا النبات البيئية Ecological Geography هو دراسة العلاقات والتأثيرات بين الأنواع النباتية والوسط المحيط ومعرفة الارتباط أو العلاقة بين شكل ومساحة رقعة انتشار النوع والظروف البيئية المحيطة.

ولكن يصعب في كثير من الأحيان تفسير توزع الأنواع، ومساحة رقعة انتشارها، على سطح الكرة الأرضية انطلاقا من الظروف البيئية السائدة حاليا، إذ لا تحتل دائما الأنواع النباتية جميع المناطق الملائمة لنموها أي تلك التي تكون فيها العوامل المناخية والتربة مناسبة لنموها وتكاثرها، وهنا نجد أن للعوامل التاريخية أهمية كبيرة، فربما لم يتيسر للنوع الوصول إلى كل المناطق الملائمة لنموه لعدم توفر وسائل الانتشار أو أنه كان موجودا ولكنه انقرض في هذه المنطقة نتيجة لتغيرات مناخية غير مناسبة في العصور الجيولوجية القديمة وغيرها. ودراسة هذه الأسباب والعلاقات بين النباتات والوسط في العصور الجيولوجية القديمة هو ما يشكل محتوى القسم الثالث من أقسام علم الجغرافيا النباتية أي جغرافيا النبات التاريخية.

لمحة تاريخية

نجد أولى المعلومات عن علم الجغرافيا النباتية Plant Geography في كتابات اليونانيين وذلك قبل الميلاد ببضع مئات من السنين ولكن لم تتعدى دراسة اليونانيين منطقة حوض البحر الأبيض المتوسط الحالية وكانت الفرص أمامهم محدودة لمقارنة أنواع نباتية من مناطق مختلفة. وعندما وصل الاسكندر المقدوني إلى الهند (٣٣٤ - ٣٢٧ق.م) تمكن اليونانيون من الخروج من منطقة البحر الأبيض المتوسط

والتعرف على الغطاء النباتي لمناطق مختلفة (سهوب آسيا الوسطى ، الصحاري والغابات الاستوائية في الهند) وعندها أصبح من الممكن مقارنة فلورا المناطق المختلفة . وأول عمل في هذا الاتجاه يعود إلى ثيوفراست Theophrastus (تلميذ أرسطو) الذي جمع أنواعا نباتية من مناطق مختلفة أثناء رحلة الاسكندر المقدوني وقارنها مع بعضها وأشار إلى تأثير المناخ والتربة على النباتات .

ولم يتطور علم الجغرافيا النباتية بعد ذلك لا في روما ولا في العصور الوسطى ، وبعد ٢٠٠٠ عام فقط خرجت مرة ثانية أفكار علم الجغرافيا النباتية إلى الوجود بعد ركودها .

ويمكن أن ننسب تاريخ تشكل علم الجغرافيا النباتية إلى سنة ١٨١٧ وذلك عندما صدر كتاب هومبولت Humboldt «أفكار في جغرافيا النبات» والذي كان ثمرة لرحلاته المتعددة والتي دامت خمس سنوات في أمريكا وسيبيريا وآسيا الوسطى وبحر قزوين وغيرها ، والتي مكنته من الاطلاع على نباتات مختلفة وجمعها ونجد في مؤلفاته الاتجاهات الثلاثة لعلم الجغرافيا النباتية الفلورية والبيئية والتاريخية .

وظهر في عام ١٨٢٢ كتاب سكاو Schouw «الأسس العامة للجغرافيا النباتية» والذي قسم فيه الغطاء النباتي للكرة الأرضية إلى ٢٥ منطقة جغرافية نباتية وركز اهتمامه في هذا الكتاب على الجغرافيا النباتية البيئية والفلورية . كما ظهرت في عام ١٨٥٥ أعمال De Candolle «الجغرافيا النباتية» في جزئين ، وحاول ديكاندول إيجاد العلاقة بين توزع النباتات والظروف البيئية الحالية والتاريخية ، وأن تحليل أثر العوامل التاريخية على توزع النباتات الحالي يعتبر من أهم الأفكار التي أتى بها ديكاندول والتي ساعدت على تطور الجغرافيا النباتية التاريخية .

كان لدراسات انغلر Engler (١٨٨٢ - ١٨٨٧) أهمية كبرى في تطور علم الجغرافيا النباتية ، فقد وضع خريطة للمناطق الجغرافية النباتية واعتمد على تقسيمه هذا إلى جانب العوامل البيئية الحالية على العوامل التاريخية لتطور الفلورا .

وتعتبر أعمال الباحث الألماني غريزباخ Grisebach «الغطاء النباتي للكرة الأرضية ١٨٧٢» من أهم الأعمال التي ظهرت في النصف الثاني من القرن التاسع عشر، فقد قسم فلورا الكرة الأرضية إلى ٢٤ منطقة جغرافية نباتية، وهي في كثير من الحالات تتطابق مع تقسيمات سكاو Schouw.

ومن أشهر الأعمال التي ظهرت في روسيا في نهاية القرن الماضي هي دراسات روبرخت Robrecht ودراسات ليتفينوف Litvenov التي ساهمت في تطور علم الجغرافيا النباتية في روسيا، وهذا الأخير هو صاحب الأفكار القائلة بأنه لايمكن فهم بعض خواص فلورا روسيا إذا لم نأخذ بعين الاعتبار تاريخ هذه الفلورا في العصور الجيولوجية المختلفة، ولقد طور هذه الأفكار فيما بعد لافرينكا Lavrenko وتلمتشيف Tolmatchev وبابوف Papov وغيرهم (انظر Alechin ١٩٦١).

مرت الجغرافيا النباتية في نهاية القرن التاسع عشر وبداية القرن العشرين بمرحلة ركود وذلك بسبب تطور علم البيئة Ecology وخاصة ظهور كتاب فارمنغ Warming ١٨٩٥ «جغرافيا النبات البيئية» والذي يبحث في العلاقات المتبادلة بين الوسط والنباتات وخاصة تأثير الوسط على مورفولوجيا Morphology وتشريح النبات Anatomy وكذلك ظهور كتاب شمبر Schimper ١٨٩٨ «جغرافيا النبات على أسس من وظائف الأعضاء»، والذي حاول فيه دراسة تأثير الوسط على مورفولوجيا وتشريح النبات وتفسير ذلك عن طريق وظائف الأعضاء النباتية Plant physiology.

ولقد قضى علم البيئة بما أثار من اهتمامات جديدة على متابعة دراسة التوزع الجغرافي النباتي. ولكن الحياة عادت بعد ذلك من جديد إلى دراسة التوزع النباتي الجغرافي. إذ بدأت مرحلة استنتاجية تعتمد على دراسة توزع النباتات الجغرافي الوصفية من جهة وعلى العلوم الحديثة كعلم البيئة والوراثة من جهة أخرى.

علاقة علم الجغرافيا النباتية بالعلوم الأخرى

إذا كانت دراسة توزع النباتات الجغرافي الوصفية تتطلب جمع المعلومات من

الحقـل فقـط فإن الـدراسات الاستنتاجية لهذا العلم تستعمل هذه المعلومات في محاولة لمعـرفـة العـوامـل الكامنة وراء هذا التوزع سواء في وضعه الحالي أو العصور الجيولوجية السـابقـة، لذا نجـد أن هذه الـدراسـات تعتمـد إلى حد كبـير على العلوم الأخـرى المجـاورة مثـل علم البيئـة Ecology وعلم وظـائف الأعضـاء النباتية Plant physiology والتصنيف Taxonomy وعلم التطور Evolution وعلم المستحاثات (الحفريات) النباتية Paleobotany وغيرها .

الباب الأول

العوامل التي تؤثر في توزع النباتات على سطح الكرة الأرضية

- الانتشار
- العوامل البيئية

إذا كان لأي نوع من أنواع النباتات أن يوسع رقعة انتشاره فلا بد من أن ينتقل أو يهاجر من موطنه الأصلي إلى مناطق جديدة ويستوطن فيها، أي أن قدرة النباتات أو وحداتها التكاثرية Diaspores على الحركة هي من العوامل الهامة التي تمكن النباتات من توسيع رقعة انتشارها إلى أقصى حد ممكن.

إن العملية الأساسية في الهجرة هي انتقال الوحدات التكاثرية كالبذور والأبواغ Spores والريزومات والأبصال وغيرها بعيدا عن مواطنها الأصلية، ولكن وصول الأعضاء التكاثرية للنوع إلى مواطن جديدة لا يعني أنه أصبح قادرا على الاستيطان فيها، ذلك لأن الاستيطان يشمل ثلاث عمليات تتم على التوالي وهي: الإنبات والنمو والتكاثر. وعليه لا يحدث الاستيطان إلا إذا كانت ظروف البيئة في الموطن الجديد مناسبة لكي تتمكن الوحدات التكاثرية من إكمال العمليات الثلاث بنجاح، إذ قد تهاجر بذور النباتات مثلا إلى مكان لا تسمح الظروف البيئية فيه بالإنبات وقد تسمح لها بالإنبات ولكنها تمنع أي من العمليتين اللاحقتين.

وفيما يلي مناقشة العوامل التي تؤثر في توزيع النباتات وتوسيع رقعة انتشارها.

الفصل الأول

الانتشار

Dispersal

ينشأ النوع النباتي في منطقة معينة ومن ثم يأخذ في توسيع رقعة انتشاره عن طريق الانتشار Dispersal. وتؤثر عدة عوامل في عملية الانتشار وهي قابلية الحركة وعامل النقل ومدة احتفاظ وحدات التكاثر بحيويتها وأخيرا الحواجز أو الموانع التي تحول دون البعثرة. تتضح قابلية الحركة، بشكل واضح، في النباتات التي تتحرك بذاتها مثل البكتيريا والدياتومات Diatoms وغيرها من الطحالب مثل الفولفوكس Volvox ، أما في معظم النباتات الزهرية الأرضية التي تكون عادة، في حالة نموها الخضري، ثابتة، فإن قابلية الانتقال فيها تعتمد في الدرجة الأولى على حجم وحدات التكاثر ووزنها ومساحة سطحها، خصوصا تلك التي يتم نقلها بواسطة الرياح، فالبذور أو الثمار الصغيرة الحجم والخفيفة الوزن أكثر قدرة على الحركة من الثمار أو البذور الكبيرة الحجم والثقيلة الوزن، كما تزداد قدرة وحدات التكاثر على الانتشار بواسطة الرياح إذا كان لها تراكيب خاصة كالاشعار أو الأجنحة التي تسهل حملها بواسطة الرياح، أما تلك التي تنتقل بواسطة الحيوانات فلها أشواك أو خطاطيف أو مادة لزجة مما يجعلها تلتصق بجسم الحيوانات التي تنقلها من مكان لآخر. هذا وإن قابلية وحدات التكاثر للحركة هي من أهم العوامل التي تساعد النوع النباتي على احتلال مواطن جديدة فنبات العشر *Calotropis procera* الواسع الانتشار، من أسرع النباتات احتلالاً للأراضي البور أو المناطق التي دُمِّر غطاؤ ها النباتي ذلك أن بذوره خفيفة الوزن ولها زوائد شعرية مما يساعد على حملها بواسطة الرياح إلى مسافات بعيدة عن النبات الأم.

ويتم الانتشار عن طريق:

ا ـ وحدات التكاثر الخضرية (الريزومات، الأبصال، الكورمات . . . الخ).
ب ـ وحدات التكاثر الجنسية (البذور والثمار).

الانتشار بواسطة الوحدات التكاثرية الخضرية

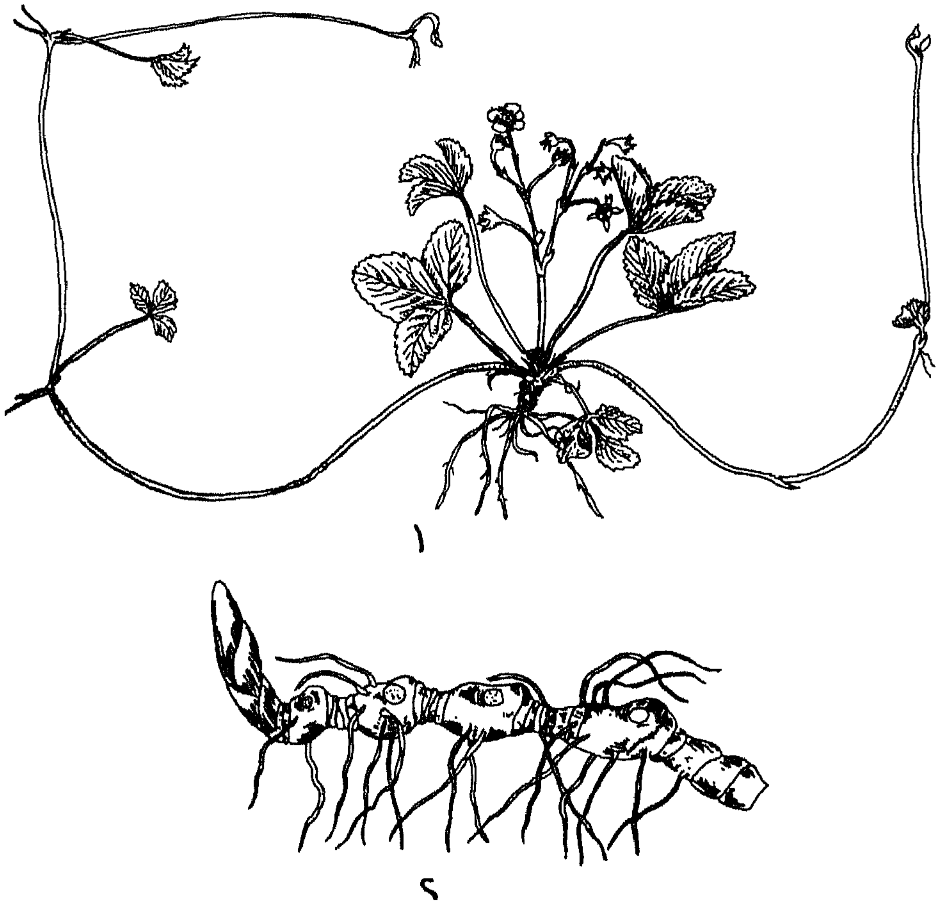
ونجد هذا النمط من الانتشار في بعض أنواع الفطر التي تشكل ما يسمى بالحلقة السحرية Fairy ring حيث تأخذ خيوط الفطر المطمورة في التربة شكل حلقة يزداد قطرها عاما بعد آخر ويتوقف زيادة قطر الحلقة على نوع الفطر فيصل في فطر *Hydnum suaveolens* حتى ٣٣سم/سنه وفي فطر *Marasmius oreades* ١٢سم/سنه وفي فطر *Psaliota arvensis* ٥٠سم/سنه.

ويمكن للأعضاء الخضرية المختلفة (الكورمة، الريزومة، الدرنة . . . الخ)، أن تنقل النبات من مكانه الأصلي فمثلا يمكن لنبات الفراولة *Fragaria vesca*، الذي يملك سوقا زاحفة (شكل ١) أن تنبت في منطقة العقد التي تلامس التربة جذورا عرضية وفروعاً جديدة تنفصل عن النبات الأم وتبتعد بالتدرج. كما تنبت على جذور نبات الغرغار *Ulmus* براعم عرضية تنمو وتعطي نباتا جديدا بعيدا عن النبات الأم مسافة كبيرة تصل في بعض الأحيان إلى أكثر من ٤٠م ونذكر كذلك نبات القصب *Phragmites communis* الذي يستطيع أن يغطي مساحات واسعة عن طريق ريزوماته الزاحفة.

يتم الانتشار عن طريق أعضاء التكاثر الخضرية بشكل بطيء وتدريجي، لكن في بعض الأحيان يمكن لهذه الأعضاء أن تنتقل إلى مسافات بعيدة مثال ذلك انتشار النباتات المائية كعدس الماء *Lemna* وياسنت الماء *Echhornia crassipes* في الأنهار والقنوات المائية.

الانتشار بواسطة الوحدات التكاثرية الجنسية

تقسم الأنواع التي يتم انتشارها عن طريق البذور والثمار وغيرها إلى زمرتين:



شكل (١) الانتشار بواسطة الأعضاء الخضرية.
١ - ساق جارية في نبات الفراولة
٢ - الريزومة

ا - الأنـواع ذاتيـة الانتشـار Autochores وهي الأنـواع النباتية التي لاتحتاج لنشر بذورها إلى عوامل الانتشار الخارجية من رياح ومياه وإنسان . . . الخ.

ب - الأنواع غير ذاتية الانتشار Allochores وهي الأنواع التي تكيفت بذورها أو

ثمارهـا للانتشـار بواسطـة الهـواء Anemochores أو المـاء Hydatochores أو الحيـوانات Zoochores أو الانسان .

الأنواع ذاتية الانتشار Autochores

وهي الأنـواع المتكيفـة لقـذف بذورها أو ثمارها إلى مسافة معينة عن النبات الأم . ويكـون هذا النمـط من الانتشـار فعـالا في المنـاطق حيث يكون التنافس بين النباتات ضعيفـا ، وهـذا ما يلاحـظ في حال الغطـاء النبـاتي قليل الكثافة كالصحاري ، وعلى الأراضي الملحيـة وغـيرهـا ، ومن أمثلة ذلـك تفجر الثمار وخروج البذور نتيجة للضغط الـداخـلي للثمـرة كما في قثاء الحمار *Ecballium elaterium* إذ تنفصل الثمرة بعد نضجها عن النبـات في نقطـة التصـاقهـا بالشمـراخ وتخرج منها البذور مع السائل اللزج لمسافة بعيـدة . كما يمكن لنبـات *Impatiens nolitangere* أن يقـذف بذوره إلى مسـافـة بعيدة وذلـك بمجـرد لمس الثمرة الجافة ، فالثمرة تتألف من خمسة مصاريع ، وعند لمس الثمرة تلتف المصـاريـع الخمسـة بشكـل سريع نحو الداخل وتنثر البذور لمسافة بعيدة ، والأمر نفسـه نجـده في البنفسـج *Viola* إذ أن الثمـرة ثلاثية المصاريع تتفتح عند جفافها بسرعة وتقذف البذور لمسافة تصل إلى ٢ ـ ٥م (شكل ٢) .

وهنـــاك بعض الأنـواع مثـل *Montia fontana* التي تقـذف بذورهـا بشكـل قوس للأعلى حتى مسافة ٦٠سم وبعدها تسقط البذور بعيدة وإذا كانت الرياح قوية يمكن أن تحمل هذه البذور لمسافة بعيدة .

وبشكـل عام فالانتشـار الـذاتي للأنـواع النبـاتيـة قصير المدى ويؤدي إلى إبعاد البـذور والثـمار إلى مسـافـة تتراوح بشكـل متـوسط بين ٢ و١٥م عن النبات الأم ، ومما لاشك فيه أن هذه الأنواع توسع رقعتها بشكل تدريجي .

الأنواع غير ذاتية الانتشار Allochores

وهي الأنواع التي تنتقل بذورها وثمارها من مكان إلى آخر بواسطة عوامل الانتشار



شكل (٢) بعض أنماط الانتشار الذاتي.
أ - ثمار نبات *Impatiens* ب - ثمار نبات الغرنوق *Geranium*
جـ - ثمار نبات البنفسج د - ثمار نبات قثاء الحمار

الخارجية وتملك هذه الأنواع وسائل تكيفية تمكنها من الانتقال إلى مسافات بعيدة، ويتم انتشار هذه الأنواع بالطرق التالية :

١ - الانتشار بواسطة الرياح Wind dispersal

مما لاشك فيه أن الرياح تساعد على نقل الأبواغ والبذور وحتى الثمار إلى مسافات بعيدة عن منطقة وجودها، خاصة إذا كانت هذه الأعضاء التكاثرية تملك تكيفات خاصة لحملها بواسطة الهواء، وأهم هذه التكيفات هي :

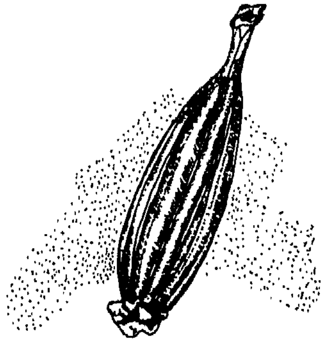
ا - الوزن الخفيف.
ب - وجود تشكلات خاصة كالأجنحة والشعر.
جـ - الثمار المنتفخة التي تشكل ما يشبه الكرة المملوءة بالهواء وفي داخلها البذرة.

وفيما يلي نوجز تكيفات الأبواغ والبذور والثمار للانتشار بواسطة الرياح.

ا - **الأبواغ Spores.** الأبواغ هي الوسيلة الوحيدة لانتشار البكتيريا والفطور

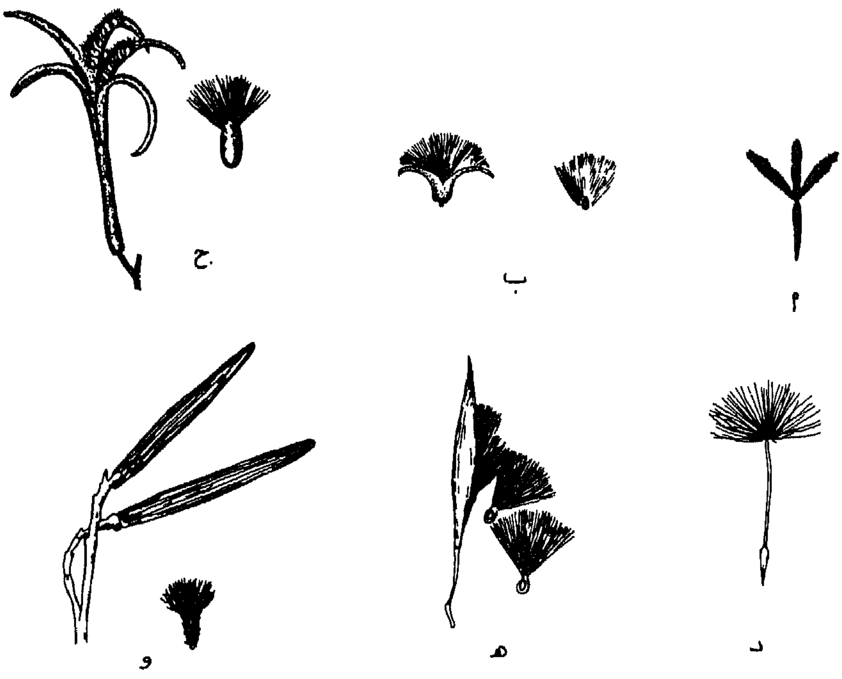
والطحالب والسراخس وغيرها، فالحجم الصغير والوزن الخفيف يمكّن الأبواغ من أن تحمل بواسطة الهواء إلى عشرات بل مئات الكيلومترات، وبهذا الشكل انتقلت فطور الصدأ Uredenales من البرازيل إلى الارغواي، ويؤدي تَسخّن طبقات الهواء الملامسة لسطح التربة إلى تكوّن تيارات هوائية صاعدة تحمل معها الأبواغ إلى الطبقات العليا، فمثلا أبواغ فطر صدأ القمح *Puccinia graminis* تصل إلى ارتفاع ٤٩٥٠م وأبواغ فطر *Alternaria* تصل حتى ٣١٥٠م. وتشير الدراسات (Wulff ١٩٣٣) إلى أن الأبواغ تصل حتى ارتفاع ٥٠٠٠م، فإذا أضفنا إلى ذلك الأعداد الهائلة التي تغطيها هذه النباتات من الأبواغ والتي تصل في بعض الحالات إلى بليون بوغة (مثل الفطر *Agaricus*) وقدرة الأبواغ على تحمل الظروف غير المناسبة فترة طويلة تصل حتى ١٠ سنوات أدركنا سبب التوزع الجغرافي الواسع لهذه النباتات.

ب ـ **البذور الغبارية Dust seeds**. حيث البذور صغيرة الحجم وخفيفة الوزن مما يمكنها من الانتقال مع الرياح لمسافات طويلة، فمثلا تزن بذور نبات *Pirola uniflora* حوالي ٠,٠٠٤مجم ونبات *Gymnadenia conopsea* حوالي ٠,٠٠٨مجم ونبات *Orobanche ionantha* حوالي ٠,٠٠١مجم وغيرها وكذلك أنواع الفصيلة السحلبية Orchidaceae والتي تتشكل داخل ثمرتها العلبية مئات البذور الدقيقة والتي لايزيد طولها عن ١مم مثل هذه البذور تنتقل بالرياح إلى مسافات بعيدة تماما كالأبواغ (شكل ٣).



شكل (٣) الثمرة والبذور الغبارية في نبات *Cymbidium* من الفصيلة السحلبية.

جـ - **البذور والثمار المجهزة بالشعر Plumed seeds and fruits**. حيث البذور والثمار مجهزة بالشعر التي غالبا ما تشكل مظلة صغيرة تساعد على حمل البذور والثمار بواسطة الرياح وبالتالي بعثرتها مثل بذور الدفلة *Nerium* و*Epilobium* ، وكذلك ثمار الهندباء *Taraxacum officinale* وبعض أنواع الفصيلة النجيلية مثل *Stipa* و *Aristida* كما تلعب الأشعار الطويلة دورا هاما في بعثرة بذور وثمار العشر *Calotropis procera* والصفصاف *Salix* والحور *Populus* وغيرها (شكل ٤) .

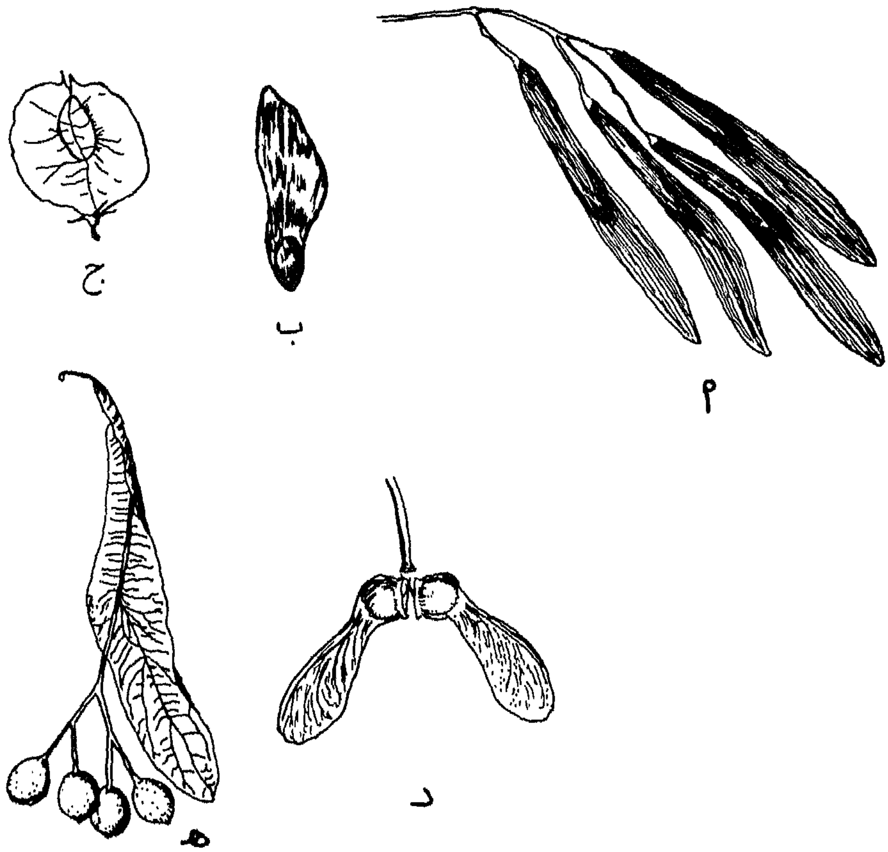


شكل (٤) ثمار وبذور تنتشر بواسطة الشعر والزغب.

أ - ثمار الأرستيدا *Aristida*	ب - ثمار وبذور الصفصاف
جـ - ثمار وبذور *Epilobium*	د - ثمار الهندباء
هـ - ثمار وبذور *Asclepians*	و - ثمار وبذور الدفلة

د - **البـذور والثـمار المجنحـة Winged seeds and fruits**. تكـون البـذرة في هذه الحالـة مجهـزة بجنـاح رقيق يسـاعدها على الطيران مثل الصنوبر *Pinus* ، أوأن الثمار مزودة بأجنحة تمكنها من التعلق في الهواء مثل ثمار البتولا *Betula* والقيقب *Acer* والغرغار

Ulmus والعثرب *Rumex nervosus* والخزامى *Horwoodia dicksoniae* (شكل ٥).

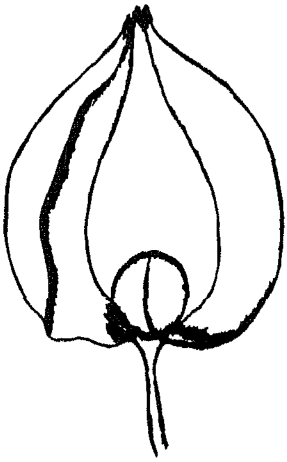


شكل (٥) بذور وثمار مجنحة.

أ - ثمار الدردار ب - بذور الصنوبر جـ - ثمار الغرغار
د - ثمار القيقب هـ - ثمار الزيزفون

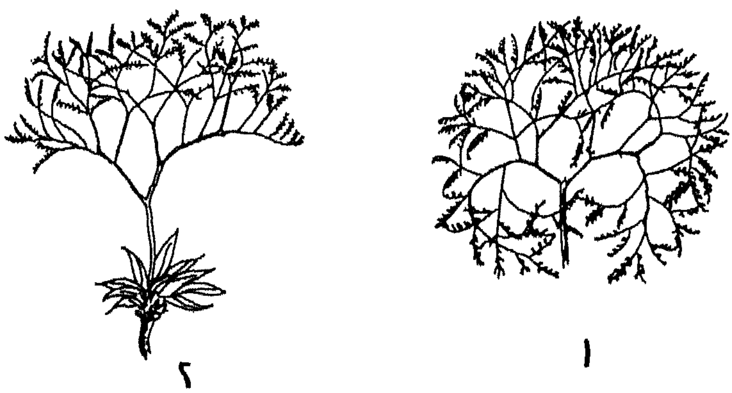
هـ - الثمار المنتفخة. تكون الثمرة على شكل الكرة المملوءة بالهواء لانتفاخ أجزاء منها كالكأس الذي يكبر ويحفظ الثمرة في داخله على نحو ما نجده في نبات *Physalis* وكذلك في بعض أنواع الجنس *Astragalus* وغيرها (شكل ٦).

و - النباتات المتدحرجة. حيث ينتقل النبات كاملا بواسطة الرياح، وهذا ما



شكل (٦) ثمرة منتفخة في نبات فيزالس *Physalis*.

يلاحظ في بعض النباتات الصحراوية خاصة، فللنبات شكل شبه كروي ناجم عن تفرعه الشديد، وعند نضج النبات ينفصل عن الجذر وبعدها يتدحرج بفعل الرياح إلى مسافات بعيدة عن مكان نموه، ومن الجدير بالذكر أن البذور تنفصل تدريجيا عن النبات مما يؤدي إلى توزعها على مسافات كبيرة مثل نبات السالسول *Salsola* و *Gypsophila* و*Statice* وغيرها (شكل ٧).



شكل (٧) نبات متدحرج (*Statice gmelini*).

أ - أثناء نضج الثمار ب - أثناء الإزهار

الحواجز والعقبات التي تحول دون الانتشار بواسطة الرياح

تتعدد الحواجز Barriers التي تقف في طريق انتشار النباتات بواسطة الرياح وأهمها:

ا - **الغـابات**. فالانتشار بالرياح أكثر فعالية في المناطق السهبية والصحراوية أما في الغابات الكثيفة فلا تلعب الرياح دورا كبيرا في الانتشار.

ب - **السـلاسـل الجبليـة**. إذ أنها تشكل مصدات أمام انتقال البذور وتحول دون اجتيـازهـا، باستثنـاء الأبواغ والبذور الخفيفة التي ترتفع عاليا في الجو ويمكن لها اجتياز السلاسل الجبلية.

جـ - **تعيق الوديان والأخاديد** الكبيرة انتشار النباتات وذلك لأنها تقلل من سرعة الرياح.

د - **تحول المحيطات والبحار** دون انتقال النباتات بواسطة الرياح وذلك لصعوبة اجتيـازهـا من جهـة ولكـون البـذور والثمار غير متكيفة لتطفو على سطح الماء في حالة سقوطها من جهة ثانية.

هـ - **تعيق الرطوبة العالية والأمطار** حركة وانتشار البذور والثمار بالرياح إذ تمتص البذور والثمار الرطوبة مما يثقل وزنها ويؤدي إلى سقوطها على الأرض.

وهناك كثير من الباحثين مثل ريدلي (Ridley ١٩٣٠) وديكاندول (De Candolle ١٨٥٥) وكيرنر (Kerner ١٨٩٥)، يعتقدون أن الرياح حتى الشديدة منها لاتستطيع حمل البذور والثمار المتكيفة إلى مسافات بعيدة، وذلك لاعتقادهم أن هذه البذور والثمار تنتقـل بالهـواء على مراحـل، أي أن هبـة الرياح تقذفها إلى مسافة معينة ثم تهدأ وهذا يؤدي إلى سقوطها على الأرض وأن احتمال حملها ونقلها مرة ثانية بالرياح هي إمكانية

نادرة، ولذا لاتنقل الرياح حسب رأيهم البذور والثمار المتكيفة إلى مسافة أكثر من ٤ ـ ٦كم.

هذا ويتم الانتشار بشكل تدريجي، أي أن النوع ينتقل من المنطقة التي يعيش فيها إلى المنطقة المجاورة لها مباشرة وبالتالي فإن عملية انتشار وتوسيع رقعة النوع تتم كقاعدة عامة دون أن يحدث تقطع في الرقعة، وبالرغم من ذلك فهناك أساس للافتراض أن الأعضاء التكاثرية لبعض الأنواع يمكن أن تنتقل إلى مكان بعيد عن مكان وجودها وهذا يؤدي إلى تقطع الرقعة كما في بعض المناطق الجبلية في أفريقيا الاستوائية، ولكن مثل هذه الحالات قليلة بل ونادرة ويجب أن لايعزى لمثل هذه القفزات الانتشارية أهمية كبيرة (Tolmatchev ١٩٧٤).

٢ ـ الانتشار بواسطة الماء

الانتشار بالماء هي الطريقة الأساسية لانتقال النباتات المائية من مكان لآخر، وكذلك كثير من النباتات كالطحالب والتي تكون أبواغها مجهزة بأهداب تمكنها من التحرك في الماء والانتقال إلى أماكن جديدة.

أما بالنسبة للنباتات التي تعيش على اليابسة فيمكن لها أن تنتقل بواسطة التيارات البحرية والأنهار والسيول إذا كانت بذورها وثمارها متكيفة لذلك، والتكيفات التي تمكّن البذور والثمار من الانتشار بالماء هي:

ا ـ أن تكون قادرة على الطفو على الماء، أي أن يكون الوزن الحجمي لها أقل من كثافة الماء، وهذا ما يتحقق بتشكيل أنسجة خاصة مملوءة بالهواء بين الخلايا أو بوجود خلايا معينة وفجوات مملوءة بالهواء.

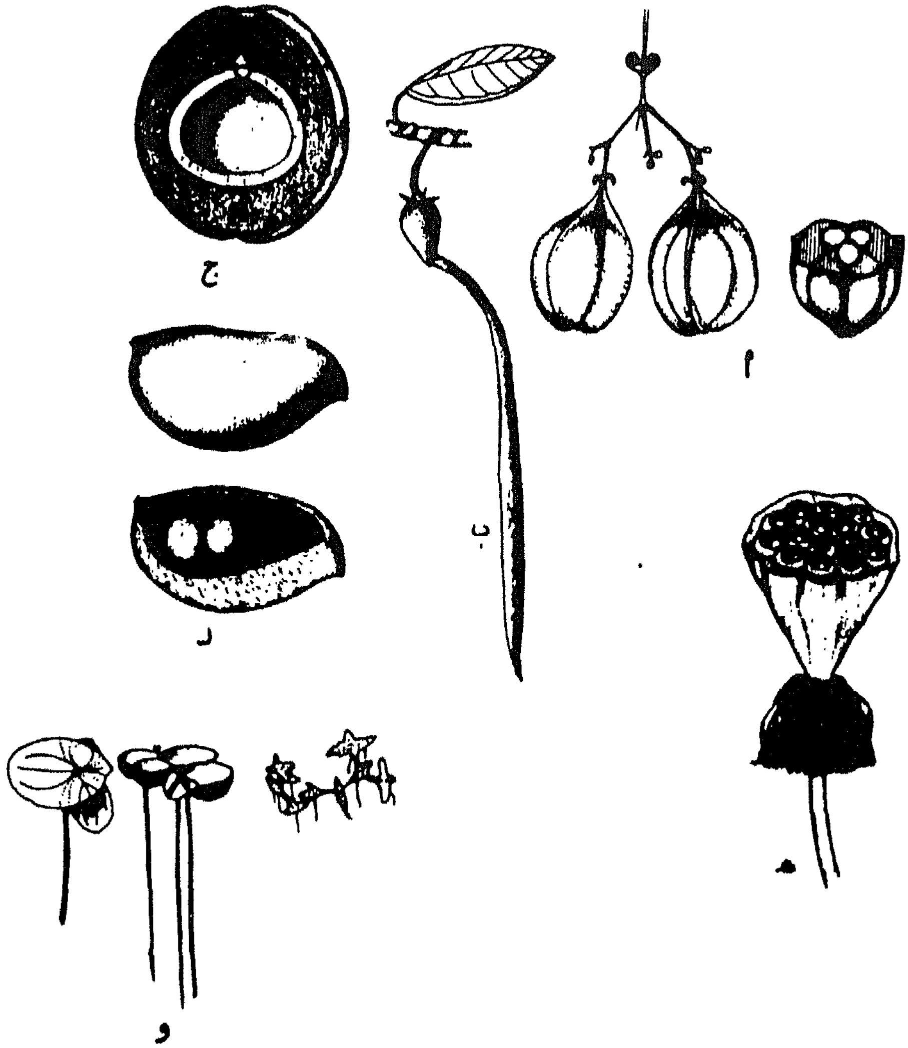
ب ـ عدم دخول الماء إلى داخل البذور والثمار، وذلك لأن دخول الماء (خاصة الماء المالح) يؤدي إلى تعفنها وقتل الجنين، وفي هذه البذور والثمار توجد طبقة شمعية أو أنسجة كتيمة لاتسمح بنفاذ الماء إلى داخل الثمار والبذور.

جـ ـ أن تكون البذور قادرة على الإنبات بعد نقلها بالماء.

ومن أبرز طرق الانتشار بالماء هي :

١ ـ **الانتشار بالتيارات البحرية**. يمكن للتيارات البحرية أن تنقل البذور والثمار إلى مسافات تصل حتى ١٠٠٠كم، وأكثر النباتات المتكيفة للبعثرة المائية هي النباتات التي تعيش على الشواطىء، مثال ذلك نبات جوز الهند *Cocos nucifera* (شكل ٨)، فللثمرة في جوز الهند غلاف ليفي وآخر متخشب وكتيم يمنع نفاذ الماء إلى داخلها، وتتألف البذرة الموجودة داخل الثمرة من اندوسبيرم لحمي أبيض اللون (وهو عبارة عن نسيج ادخاري ويشكل الجزء الذي يؤكل)، وفي إحدى زواياه يوجد الجنين الصغير، وتحوي البذرة على اندوسبيرم سائل لم تتشكل فيه الجدر الخلوية، فهذه الثمرة تستطيع أن تطفو على سطح الماء نظرا لوجود فراغ مملوء بالهواء داخل الاندوسبيرم اللحمي، كما أن الغلاف الكتيم لايسمح للماء بالنفاذ إلى داخل البذرة. وهناك بعض الدراسات التي تشير إلى أن هذه الثمار تستطيع أن تطفو على سطح الماء مدة تتراوح بين ٣ و١٦ شهرا، دون أن تفقد قدرتها على الإنبات وهذا هو سبب الانتشار الواسع لهذا النبات في شواطىء الجزر الاستوائية بما فيها الجزر المنعزلة (Tolmatchev ١٩٧٤). وكذلك يعزى الانتشار الواسع للنبات الاستوائي *Ipomoea stolonifera* إلى نقل ثماره بواسطة التيارات البحرية.

إن التجارب التي قام بها دارون (Darwin ١٨٧٣) لمعرفة إمكانية إنبات بذور عدد كبير من النباتات وخاصة الشاطئية تبين أن ١٠٪ من بذور أنواع أية منطقة يمكن أن تنبت بعد وضعها في الماء مدة ٢٨ يوما، فإذا اعتبرنا أن متوسط سرعة التيارات البحرية حوالي خمسين كيلومترا في اليوم، فإن هذه الأنواع النباتية يمكن أن تنتقل بالماء إلى مسافات تصل حتى ١٤٠٠ كيلومترا، وإذا وقعت في مكان مناسب لنموها فيمكن لها أن تنبت وتنمو وتتكاثر. كما ويمكن للأجزاء الجافة من النباتات التي تحمل بذورا أو ثمارا أن تنتقل بالتيارات البحرية إلى مسافات بعيدة دون أن تمس بذورها وثمارها الماء، وهذا ما نجده في النبات الاستوائي المتسلق *Entada scandens* الذي وجدت بذوره في شواطىء شمال أوروبا.



شكل (٨) الانتشار بواسطة الماء.

أ - ثمرة نبات *Cardiospermum*
ب - بذرة نابتة لنبات *Rhizophora*
جـ - ثمرة جوز الهند
د - ثمرة نبات *Heritiera littoralis*
هـ - ثمرة نبات اللوتس
و - ثلاثة أنواع من نبات عدس الماء *Lemna*

ويستبعـد ديكـانـدول (De Candolle ١٨٥٥) وريدلي (Ridley ١٩٣٠) إمكانية انتشـار النبـاتـات غير الشاطئية بواسطة التيارات البحرية، ويعتقدان أنه حتى في حالة انتقالها بالتيارات البحرية فإنه من الصعب أن تصل إلى المكان المناسب لنموها وتكاثرها.

ب ـ **الانتشار بواسطة الأنهار والجداول والسيول**. انتشار الثمار والبذور والأجزاء الأخـرى من النبـاتـات بالأنهار معروفة منذ القدم، إذ يمكن للأنهار أن تنقل الوحدات التكاثرية Diaspores * إلى مسافات طويلة داخل البحار والمحيطات، وإذا ما وصلت إلى الجزر القريبة من الشاطىء وتوفرت لها الظروف الملائمة فيمكن لها أن تنبت وتنمو وتتكـاثـر على هذه الجـزر. هذا وإن الـوحـدات التكـاثـرية التي تنتقل بالأنهار غالبا ما تتوضع على ضفافها وفي مناطق تجمع المياه، وبالتالي تساهم الأنهار في انتشار النباتات على طول مجراهـا، مثـال ذلـك نبـات اللوتس *Nelumbium speciosum* حيث لتخت الزهرة فيه شكل مخروط مقلوب وجهه العلوى مسطح ويحتوى على تجاويف توجد فيها الثـمار، وبعـد نضـج الثمار ينفصل تخت الزهرة مع الثمار عن النبات وينتقل بواسطة الماء (شكـل ٨)، كذلـك نبـات عدس الماء *Lemna* يطفو على سطح الماء وينتقل بالماء من مكان لآخر.

ويمكن للسيـول التي تتشكـل بعـد هطـول الأمطـار أن تنقل الوحدات التكاثرية باتجـاه مجرى هذه السيـول، وهـذا النمط من الانتشار (خاصة في المناطق الجافة) يؤمن نقل الوحدات التكاثرية وإيصالها إلى الوسط المناسب، وذلك لأنه في أماكن تجمع المياه تكون التربة خصبة ورطبة وهذا ما يشكل وسطا مناسبا لنمو النباتات وتكاثرها.

٣ ـ الانتشار بواسطة الحيوانات عدا الإنسان

يمكن لأنواع كثيرة من الحيوانات، بسبب تنقلها الدائم واعتمادها في تغذيتها على النبـاتـات، أن تلعب دورا هاما في انتشار الأنواع النباتية. والانتشار بواسطة الحيوانات

---

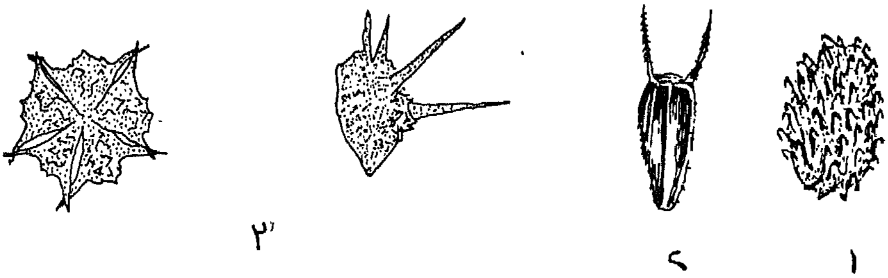
* Diaspores أي جزء من النبـات ينفصـل عنـه بشكـل طبيعي ويؤدي إلى تكـاثره كالبذور والثمار والأبصال والدرنات وغيرها أي الوحدات التكاثرية.

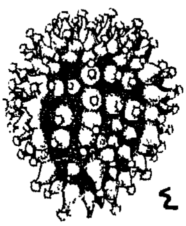
يتم عن طريق:

ا - الانتقال داخل الجهاز الهضمي للحيوانات Endozoochory.
ب - الالتصاق بجسم الحيوانات Epizoochory.
جـ - ادخار المواد الغذائية وبناء الأعشاش Synzoochory.

غالبا ما تكون البذور والثمار التي تنتقل عن طريق الجهاز الهضمي للحيوانات صالحة للأكل وذات ألوان جذابة، كما أنها ذات غلف كتيمة تستطيع مقاومة العصارات الهاضمة وبالتالي تبقى محتفظة بقدرتها على الإنبات بعد خروجها من الجهاز الهضمي للحيوانات. وبذور بعض النباتات لاتستطيع امتصاص الماء إلا إذا مرت داخل الجهاز الهضمي للحيوانات، وذلك لأن العصارات الهاضمة تلين غلف البذور وبالتالي يصبح إنباتها أسرع وأسهل، مثال ذلك نبات الفاكسنيوم *Vaccinium myrtillus* ونبات *Vaccinium vites idaea* فقد تبين أن مرور هذه البذور خلال القناة الهضمية ضروري لإنباتها، أما البذور التي تسقط على التربة فغالبا ما لاتنبت نتيجة لتعفن الجزء اللحمي من الثمرة (Voronov ١٩٧٣)، وكذلك نبات *Empetrum* الذي لاتستطيع بذوره امتصاص الماء إلا بعد خروجها من الجهاز الهضمي للطيور. تشكل ثمار نباتات الاكاشيا Acacia والمسكيت، في المناطق الجافة وشبه الجافة، مادة غذائية هامة للحيوانات الأمر الذي يساعد على انتشار بذورها وتليين قصرتها وذلك بعد خروجها من الجهاز الهضمي للحيوانات، وهذا يجعلها أكثر نفاذية للماء فيسهل إنباتها، وكثيرا ما تشاهد بذور هذه النباتات نامية في روث الحيوانات في الزرائب حيث تحفظ الحيوانات، (Mahmoud and Obeid ١٩٧١) أو في الطرق التي تسلكها الماشية إلى أماكن تجمع المياه والشرب.

أما البذور والثمار التي تنتقل بالالتصاق الخارجي بجسم الحيوانات فغالبا ما تملك تكيفات تمكنها من الالتصاق كالكلابات مثل نبات الضريسة *Tribulus terrestris* ونبات *Xanthium* (شكل ٩) أو أنها ذات سطوح لزجة كما في نبات الدبق *Viscum album* و *Phoradendron* و *Loranthus* وغيرها.





شكل (٩) تكيف ثمار بعض النباتات للانتشار عن طريق الحيوانات.
١ - ثمار نبات زانثيوم *Xanthium* ٢ - ثمار نبات *Bidens*
٣ - ثمار نبات الضريسة *Tribulus terrestris* ٤ - ثمار نبات *Cynoglossum amabile*

إضافة إلى أن بذور وثمار بعض الأنواع النباتية يمكنها الانتقال مع الأوحال التي تلتصق بأقدام الحيوانات ومناقير الطيور.

ويتم الانتشار بواسطة الحيوانات عن طريق:

١ - الطيور. للطيور دور كبير في انتشار النباتات وذلك نظرا لكثرة أعدادها ولتنقلها مسافات بعيدة وخاصة الطيور المهاجرة وهذا ما يجعل من الطيور أهم زمرة حيوانية في انتشار النباتات. يتم نقل الطيور للبذور والثمار إما بواسطة الجهاز الهضمي أو بالالتصاق الخارجي بأجسامها.

وقد نقلت الطيور إلى منطقة فورونوج ١٨ نوعا نباتيا منها البيلسان *Sambucus* و*Viburnum* و *Rhamnus* و*Padus* و*Rubus nigrum* وغيرها. وفي تجارب لدارون (Darwin ١٨٧٣) بينت أنه خلال شهرين استطاع أن يحصل من فضلات الطيور في حديقته على ١٢ نوعا نباتيا، وعند زرعها أنبت القسم الأعظم منها، كما تبين له أن

بذور القمح والشوفان والقنب والنفل والبنجر تستطيع الإنبات بعد بقائها في حوصلة الطيور مدة ١٢ ـ ٢١ ساعة.

ويمكن للطيور المهاجرة أن تنقل البذور إلى مسافات بعيدة، فالتجارب تبين أن بعض البذور يمكن أن تبقى في حوصلة الطائر ١٢ ـ ١٨ ساعة دون أن تفقد القدرة على الإنبات، وبما أن سرعة الطيور المهاجرة حوالي ٥٠ كيلومتراً في الساعة، فيمكن لهذه الطيور المهاجرة أن تقطع مسافة خلال هذه الـ ١٢ ـ ١٨ ساعة تقدر بـ ٨٠٠ كيلومترًا، وإذا حدث أن ماتت هذه الطيور وخرجت البذور من حوصلتها، تكون البذور قد انتشرت إلى مسافات كبيرة.

وفي تجربة للباحث كيرنر (Kerner ١٨٩٥) أطعم فيها ١٦ نوعا من الطيور بذور ٢٥٠ نوعا نباتيا، تبين أنه يمكن تقسيم هذه الطيور إلى ثلاث مجموعات. الأولى: ومنها الحمام والحسون والدجاج وغيرها تستطيع أن تكسر البذور وتميت الجنين وذلك لوجود الرمال في القانصة، ولم يستطع إيجاد نوع واحد تمكن من الإنبات بعد خروجه مع فضلات هذه الطيور. الثانية: كالغراب، تستطيع الثمار الكرزية أن تنبت بعد خروجها مع فضلات هذه الطيور، فقد أنبتت أغلب بذور الكرز التي أطعمت لها. الثالثة: كالشحرور وبعض الطيور المغنية التي تتغذى بالبذور صغيرة الحجم والتي لايتجاوز قطرها ٣ ـ ٥مم وتبين أن البذور تمر خلال جهازها الهضمي بسرعة (حتى ٣ ساعات) وبالتالي فإن ٧٥ ـ ٨٠٪ من البذور التي تناولتها هذه الطيور قد أنبتت.

كذلك يمكن للطيور نقل البذور بسطحها الخارجي (الأجنحة، الأرجل، المنقار . . . الخ) في ملاحظات دارون Darwin تبين أن البذور تنتقل مع الأوحال اللاصقة على أرجل الطيور خاصة التي تعيش في المستنقعات، فمن الطين اللاصق على أرجل واحد من الطيور استطاع أن يجد بذور ثلاثة أنواع نباتية، وبعد زرعها أنبت منها ٨٢ بذرة. والباحث كيرنر Kerner لايستبعد انتقال هذه البذور بهذه الطريقة وإنما يعتقد بأن عدد الأنواع التي تتمكن من ذلك ليست كثيرة وأغلبها نباتات شاطئية ومستنقعية حولية صغيرة الجذور.

٢ ـ الحيوانات الأخرى والحشرات. تعتبر الثدييات والحيوانات الأخرى عاملا هاما من عوامل انتشار النباتات سواء عن طريق جهازها الهضمي أوسطحها الخارجي. وكثير من الحيوانات تنقل البذور إلى مسافات طويلة، فيقول Daubenmire ١٩٤٧، بأنه يمكن للماشية نقل نبات المسكيت *Prosopis* إلى مسافات بعيدة بواسطة جهازها الهضمي وذلك لأن بذوره لاتتأثر بالعصارات الهضمية، كما يمكن للأرانب نقل بذور نبات الصبار *Opuntia* وغيرها. وفي المناطق الشمالية من الاتحاد السوفييتي ساهمت الدببة في انتشار نبات *Padus* كذلك عن طريق جهازها الهضمي. إضافة إلى ذلك يمكن للحيوانات أن تنقل الأنواع النباتية المتكيفة للالتصاق بأجسامها مثل بعض أنواع الفصائل المركبة Compositae والخيمية Umbelliferae والوردية Rosaceae والفراشية Papilionaceae وغيرها، ولابد من الإشارة إلى أن الحيوانات عندما تنتقل من مكان لآخر فإنها تختار منطقة مشابهة لتلك التي كانت فيها وبالتالي فإنها تنقل النباتات إلى وسط قريب من وسطها الذي تعيش فيه وهذا ما يمكنها من النمو والتكاثر.

ويمكن لكثير من الحيوانات التي تدخر البذور والثمار لفصل الشتاء أن تساهم في انتشارها، فعند حمل الوحدات التكاثرية إلى جحورها كثيرا ما يسقط بعض منها، كما أن هذه المدخرات غالبًا ما تزيد عن حاجتها وبالتالي فقد تنمو وتتكاثر. كما تلعب الحشرات دورا في انتشار النباتات وخاصة الدنيا منها وذلك إما عن طريق ابتلاعها أوعن طريق سطحها الخارجي خاصة تلك المكسوة بالشعر. فأبواغ فطور فصيلة Phallaceae تمر خلال الجهاز الهضمي لبعض أنواع الخنافس دون ضرر، وهذه الخنافس تعيش على الأجسام الثمرية لهذه الفطور. وبعض أنواع النمل الأبيض تساهم في انتشار الفطر من أجناس *Xylaria* و*Collybia* و*Entoloma* وغيرها، وهذه الفطور تعيش في أعشاش النمل على فضلاته، كما أن النمل بدوره يتغذى على مشيجة هذه الفطور (Wulff ١٩٣٣).

٤ ـ الانتشار عن طريق الإنسان

يزداد تأثير الإنسان في انتشار النباتات منذ لحظة وجوده على سطح الأرض

وحتى الآن، ويعتبر الإنسان حاليا أهم عامل من عوامل الانتشار ولقد ساهم الإنسان في انتشار النباتات بشكل مدروس ومرسوم أو بشكل لا إرادي. فقد ساهم بشكل إرادي في نقل وتوسيع رقعة النباتات الزراعية، إذ يجمع الباحثون على أن موطن القمح هو شرق حوض المتوسط وآسيا الصغرى وإيران والقوقاز، وكان معروفا حتى عام ٦٥٠٠ق.م في ما بين النهرين (العراق)، وزرع في مصر في الألف السادس قبل الميلاد وفي الصين في الألف الخامس، أما حاليا فينتشر في كافة أنحاء العالم، أي أن الإنسان استطاع خلال ٨ آلاف سنة أن يجعل رقعة القمح تشمل كافة القارات تقريبا. وقد نقل الإنسان نباتات متعددة وزرعها في البداية في أمكنة معينة ولكنها بعد ذلك انتشرت على مساحات واسعة مثل ذلك *Rubia tinctoria* و *Isatis* التي تنمو حاليا بشكل طبيعي في فرنسا، وكذلك نبات *Lantana camara* الذي انتقل إلى أمريكا الاستوائية، وبعدها انتشر بواسطة الطيور التي تتغذى على ثماره في كافة المناطق الاستوائية الأمريكية (Lemee ١٩٦٧)، ونبات الكافور *Eucalyptus* الذي نقله الإنسان من أستراليا إلى أجزاء متعددة من العالم وغيرها.

كما ساهم الإنسان بشكل لا إرادي (غير مباشر) في نقل النباتات من مكان لآخر وذلك عن طريق التجارة والهجرة والحروب وغيرها فقد نقل إلى منطقة مونبلييه عددا كبيرا من الأنواع النباتية عن طريق التجارة. وحسب إحصائيات تيلينغ Thellunge ١٩١٢ (انظر Wulff ١٩٣٣) يبلغ عدد الأنواع النباتية في هذه المنطقة ٢٧٩٢ منها ١٠٧ نوعا نباتيا نقلت بواسطة الإنسان عن طريق التجارة وهذا ما يشكل نسبة ٣,٨٪ من عدد الأنواع، كما بلغ عدد الأنواع التي نقلها الإنسان إلى مدغشقر بشكل إرادي أو غير إرادي ٥٢٤ نوعا.

ومن الأمثلة الواضحة لمساهمة الإنسان في نقل الأنواع النباتية إلى مناطق متعددة نبات الايلوديا *Elodea canadensis* الذي نقل من أمريكا الشمالية إلى أوروبا (فرنسا) لأول مرة عام ١٨٣٨ وينتشر حالياً في البحيرات والبرك ومجاري المياه في كل أوروبا حتى وصل إلى سيبيريا، وهذا النبات وحيد الجنس وفي أوروبا توجد النباتات الانثوية مما يدل على أنه في الأصل غير موجود في أوروبا، وتتكاثر الايلوديا خضريا.

سرعة الانتشار والحواجز التي تحول دونه

تختلف سرعة انتشار النباتات من نوع لآخر، فبعضها سريع الانتقال وبعضها بطيء، ومن الأمثلة على الانتشار السريع نذكر نبات الايلوديا المائي *Elodea* الذي انتشر في كل أوروبا وشمال روسيا ونهر الفولغا والشرق الأقصى اعتبارا من عام ١٨٣٨ حتى الآن، وكذلك نبات *Matricaria discoides* الذي نقل من أمريكا الشمالية إلى السويد عام ١٨٥٠ وفي سنة ١٨٨٠ وصل إلى لينينغراد وفي سنة ١٨٨٦ لوحظ في أطراف موسكو، وحاليا ينتشر في كل أوروبا. وكذلك الانتشار السريع للنباتات الضارة في مناطق البامبا Pampa (السهوب) التي حملها الإنسان بشكل غير مقصود من أوروبا إلى الأرجنتين، ونبات الصبار *Opuntia* وغيره الذي نقل من موطنه المكسيك إلى أجزاء مختلفة من العالم وخاصة حوض البحر الأبيض المتوسط واستراليا وغيرها (Tolmatchev ١٩٧٤).

تتم عملية انتشار النباتات في الطبيعة بأشكال مختلفة كما رأينا ولكنها لاتتوقف على الخواص البيولوجية للأنواع وخاصة تكيفات هذه الأنواع للانتقال من مكان لآخر، وإنما تتوقف كذلك على الظروف الخارجية التي تساعد على الانتشار أوعلى العكس توقف الانتشار، فظروف الوسط الخارجي التي تحد أوتوقف انتشار الأنواع اصطلح على تسميتها بالحواجز Barriers التي تحول دون الانتشار، وهذه الحواجز يمكن أن توضع في المجموعات التالية :

١ ـ الحواجز الطبوغرافية

من أوضح الأمثلة على هذا النوع من الحواجز هو البحار بالنسبة للنباتات التي تعيش على اليابسة، واليابسة بالنسبة للنباتات المائية، فالنباتات الأرضية عندما تصل إلى شواطىء المحيطات لاتستطيع أن تتجاوزها وفي كثير من الحالات تشكل شواطىء المحيطات حدود الرقعة، فالباحث كيرنر (Kerner) يؤكد في دراساته أن قسما من الأنواع النباتية الأمريكية الموجودة حاليا في أوروبا لم تنتشر عن طريق الطيور أو الرياح أو

التيـارات المـائيـة وإنما نقلت بواسطة الإنسان، وتعتبر المحيطات بشكلها الحالي حواجز لايمكن اختراقها. وكذلك الأمر بالنسبة للبحار التي تشكل عقبة لايمكن تجاوزها عدا تلك الحـالات التي تستطيـع فيها الأبواغ أو البذور الخفيفة أن تقطع هذه البحار، وأكثر البـاحثـين يجمعـون على أن المسـافـة التي تتجاوز بضع عشرات الكيلومترات يجب أن تعتـبر كقـاعـدة عامـة، عقبـة لايمكن تجاوزهـا من قبـل أغلب النبـاتـات (تلمتشوف Tolmatchev ١٩٧٤).

أمـا على اليـابسة فإن أهم العقبات الطبوغرافية التي تلعب دورا هاما كعائق فهي السلاسل الجبلية والأنهار الكبيرة والمنخفضات.

فالسـلاسـل الجبلية إلى جانب أنها تؤثر مباشرة على الانتشار بتشكيلها مصدات تحول دون انتقـال الأنـواع النبـاتيـة فإنها تؤثر بشكل غير مباشر وذلك عن طريق تغيير الظروف المناخية.

أنظر الجدول التالي:

متوسط درجة حرارة التربة على عمق	الساعـة	السفح الشمالي	السفح الجنوبي
٠٠ سم	١٣	١٥,٣	٢٢,٠
١٠ سم	١٤	١٧,٢	١٨,٠
٢٠ سم	١٤	١٤,٢	٢٦,٢
متوسط درجة حرارة الهواء		١٣,٢	١٧,٦

ففي الحالات التي تسطتيع البذور والثمار أن تنتقل من سفح إلى آخر فإنها غالبا ما تقع في ظروف تختلف عن تلك التي تعيش فيها وهذا بدوره يؤدي إلى عدم تمكنها من النمـو والتكـاثـر. ومن هنـا نجد أن بعض الباحثين يعتبر السلاسل الجبلية إلى جانب

كونهـا حواجـز طبـوغرافية هي في الواقع جواجز بيئية (تلمتشوف Tolmatchev ١٩٧٤) وذلـك لأنـه في بعض الحـالات يمكن أن لاتكـون السـلاسـل الجبلية عائقا كبيرا أمام انتشار الأنواع النباتية لو لم يتداخل ذلك مع كونها تغير وبشكل كبير الظروف البيئية .

٢ ـ الحواجز البيئية

تعتـبر الحـرارة والـرطـوبـة وشـدة الضوء والأمطار والخواص الفيزيائية والكيميائية للتربـة من أهم الحـواجـز المعيقـة لانتشار الأنواع النباتية . إن المناطق الجغرافية النباتية الـرئيسيـة في العـالم تتطـابق مع المناطق المناخية ، ولذلك فإن النوع النباتي الذي ينتقل بطريقة ما إلى منطقة ذات ظروف مناخية مختلفة عن تلك التي ينمو فيها غالبا لايستطيع أن ينمو ويتكاثر بسبب اختلاف الظروف البيئية للمنطقة الجديدة .

هذا ولابد من ملاحظة أنه ليس فقط المناخ ككل وإنما كل عامل من عوامله يمكن أن يكون حاجزا أمام انتشار الأنواع النباتية ، فالحرارة مثلا قد تحول دون انتشار النباتات الاستـوائيـة إلى المنـاطق المعتدلة (حتى ولو توفرت الظروف الأخرى) فمثلا يتأثر سلبياً نمو شجرة الكاكاو *Theobroma cacao* في درجة ١٥°م ونموها الطبيعي يكون عند درجة حرارة ١٨ ـ ١٩°م ، كما أن أكثر النباتات الاستوائية تتوقف عن النمو عند درجة ٢ و٥° مئوية ، فإذا تمكنت الوحدات التكاثرية لهذه النباتات من الوصول إلى المناطق المعتدلة فإنها لاتستطيع النمو نظرا لكون الحرارة غير مناسبة لها .

كما يمكن للضوء أن يكون حاجزا أمام الانتشار، فنباتات النهار الطويل (أي تلك التي تزهـر عنـدمـا يزيـد طول النهار على ١٢ ساعة) إذا انتقلت إلى المناطق الاستوائية حيث طول النهـار (النـوبـة الضـوئيـة) أقـل من ١٢ ساعـة فإنها لاتزهر بل تبقى بحالة خضرية ، وكذلك الأمر بالنسبة لنباتات النهار القصير (أي تلك التي تزهر في حال كون النوبة الضوئية أقل من ١٢ ساعة) إذا وقعت في المناطق المعتدلة (حيث النوبة الضوئية في فترة نموها الخضري أكثر من ١٢ ساعة) فإنها تبقى بحالة خضرية ، وهكذا فالعوامل البيئية مجتمعة أو منفردة تلعب دورا هاما كحاجز أمام انتشار الأنواع النباتية .

كما أن التربة في كثير من الأحيان تحول دون انتقال ونشر الأنواع النباتية فإذا كان لدينا أنواع نباتية تعيش في منطقة ما فإنها لاتستطيع أن تنتقل إلى مكان آخر يفصله عن منطقة وجودها تربة غير مناسبة لنموها، بالرغم من كون الظروف المناخية في المنطقة الثانية ملائمة لها وهذا ما حدث في شبه جزيرة القرم، فالقسم الشمالي منها ذو تربة مالحة غير مناسبة لنمو كثير من الأنواع النباتية، وهذا ما يشكل حاجزا أمام انتشار الأنواع التي تعيش فيها إلى سهوب القسم الجنوبي من روسيا وكذلك حالت التربة المالحة دون انتقال الأنواع السهبية الروسية إلى شبه جزيرة القرم، وهكذا بقيت شبه جزيرة القرم معزولة عن المناطق المحيطة بها، ولذلك يعتبرها كثير من الباحثين وكأنها جزيرة منعزلة وليست شبه جزيرة.

٣ ـ الحواجز الحيوية

لاتلعب هذه الحواجز دورا كبيرا في الحد من انتقال الأنواع النباتية، وإنما يمكن أن تلعب دورا هاما في منع النوع من النمو والتكاثر وبالتالي عدم اكتمال عملية الانتشار. ففي حالات كثيرة لاتستطيع الأنواع النباتية أن تنمو في بعض المناطق، بالرغم من كون الظروف المناخية والتربة مناسبة لنموها، وذلك لأن النباتات الموجودة في هذه المناطق تشكل غطاء نباتيا كثيفا ومغلقا، وغالبا ما نجد أن النباتات المهاجرة تقتصر على احتلال المناطق التي تعيش عليها مجتمعات نباتية مفتوحة Open communities مثل المناطق الصحراوية أو المناطق ذات الترب الملحية وبالتالي لايستطيع أن ينمو في هذه المناطق إلا الأنواع النباتية المتكيفة. وفي حالات أخرى لاتستطيع الأنواع المنقولة تحمل الظل الذي يشكله الغطاء النباتي الكثيف، أو على العكس قد تكون هذه الأنواع كارهة للشمس ولكن نظرا لانعدام الغطاء النباتي الكثيف لاتتمكن من النمو. وبشكل عام يمكن القول أنه في كثير من الحالات تعتبر المناطق المغطاة بتشكيل نباتي معين Formation، عقبة يصعب على الأنواع النباتية تجاوزها.

كل ما ورد عن الحواجز يدعونا إلى التحقيق في وجهات النظر التي تعطي أهمية كبيرة إلى الصدف في انتشار الأنواع النباتية، فانتقال الوحدات التكاثرية للنوع النباتي

بواسطة ما (الرياح، الماء، الحيوان، الإنسان . . . الخ) لايعني أنه انتشر فربما تكون قدرته التنافسية أو خواصه البيولوجية الأخرى لاتمكنه من النمو والتكاثر في هذه المنطقة الجديدة حتى ولو كانت الظروف البيئية ملائمة لنموه.

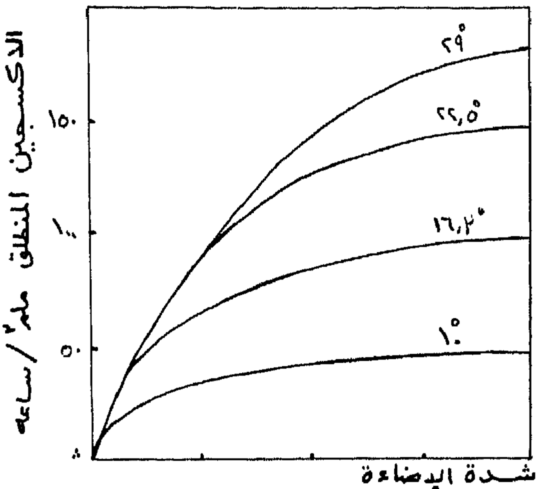
ولا تتوقف مساحة رقعة النوع على طرق انتشار الوحدات التكاثرية كما كان يعتقد سابقا، فانتقال النوع من مكان إلى آخر ما هو إلا الخطوة الأولى في توسيع منطقة انتشاره، أما الأمر الحاسم فهو تمكن النوع من النمو والتكاثر في الظروف الجديدة للمنطقة التي انتقل إليها من جهة وقدرته على منافسة الأنواع الأخرى من جهة ثانية (شميتهوزن Schmithusen ١٩٦١).

الفصـــل الثاني

العوامل البيئية (عوامل الوسط)

يتوقف توزع الأنواع النباتية وانتشارها بالإضافة إلى العوامل التاريخية وخواص الأنواع على عوامـل البيئـة، فالـوسـط الذي تعيش فيه النباتات هو عبارة عن معقد لجملة من العوامل منها ما هو قليل الأثر على نمو النبات وتكاثره كالتضاريس وتخلخل الهواء والمياه الجـوفيـة وغيرها ومنها ما هو ضروري وبدونه تموت النباتات، إذ يعتبر الأكسجين وثاني أكسيـد الكـربـون والحـرارة والضـوء والـرطـوبة وبعض المواد المعدنية عوامل لابد منها للنباتات الخضراء، ونقص أي منها معناه أن النبات لايستطيع النمو، ويطلق على هذه العـوامل اسم عوامل البقاء Existence conditions (Life conditions). ولقد درس ليبج (Lifbig ١٨٤٠) وبـلاكـمان (Blackman ١٩٠٥) (انظر Lemee ١٩٦٧) تأثير العوامل البيئيـة المختلفـة على النباتات فتبين لهما أن نمو النباتات لايتوقف على العوامل المتوفرة في الوسط وإنما على العوامل الموجودة بكميات قليلة، فمثلا لايمكن زيادة نمو النباتات الـزراعيـة التي تعيش على ترب تحوى كافـة العناصر الغذائية بوفرة باستثناء النتر وجين الذي يتوفر بكميات قليلة جدا، بزيادة المواد الغذائية المتوفرة أصلا وإنما بإضافة السماد النـتر وجيني. ونتيجـة لدراستهما وضعا قانون العوامل المحددة Law of limiting factors والـذي يبـين أن شدة أيـة عمليـة بيولوجية، يؤ ثر عليها عدد من العوامل، تتوقف على العـامـل الـذي يوجـد في الـوسط بكميات قليلة (بالنسبة إلى كميته المثلى) مثال ذلك عملية البناء الضوئي التي يؤ ثر فيها الضوء ودرجة الحرارة وثاني أكسيد الكربون وغيرها تتناسب طردا مع العامل الموجود بكميات قليلة (شكل ١٠).

يمكن تعميم هذه القـوانـين التي توصـل إليهـا البـاحثون في ظروف تجريبية على



شكل (١٠) تأثير شدة الإضاءة ودرجة الحرارة كعوامل محددة لعملية البناء الضوئي في طحلب كلوريلا *Chlorella*.

توزع وانتشار الأنواع النباتية في الظروف الطبيعية، فنجد مثلا، في الصحراء الكبرى حيث الجفاف هو العامل المحدد لانتشار النباتات، إن أية زيادة في كمية الأمطار حتى بمقدار ١٠مم تؤدي إلى تأثير كبير على نمو النباتات، بينما في خليج غينيا (أفريقيا الاستوائية) حيث الأمطار غزيرة فإن أية زيادة ليس لها تأثير يذكر.

يتوقف تأثر الأنواع النباتية بالعوامل البيئية على طبيعة هذه الأنواع وخواصها البيولوجية، فنباتات النطاقات الاستوائية تموت عندما تصل درجة الحرارة إلى ٢° أو ٥° مئوية، مثال ذلك شجرة الكاكاو التي تموت بدرجة ٥ -٧°م إذ يتطلب نموها الطبيعي درجة حرارة أعلى (من ١٨ -١٩°م)، أما نباتات المناطق القطبية والتندرا فتتحمل درجات تصل إلى -٣٠ و-٤٠°م دون ضرر ويذكر مثال ذلك نبات *Cochlearia* (من الفصيلة الصليبية Cruciferae) إذ يتحمل درجة -٤٦°م دون أن يموت.

كما أن كل نوع نباتي يتطلب ظروفا بيئية تختلف عن النوع الآخر، مثال ذلك القمح الشتوي الذي لايستطيع أن يتم مرحلة الإرباع Vernalization إلا في درجة من

صفـر إلى + ٢° مئـويـة إذا توفـرت له التهـويـة والرطوبة المناسبة ، بينما القمح الربيعي يتطلب لإتمام الإرباع درجة حرارة بحدود ١٠ ـ ١٢°م ، من هنا نجد أن القمح الشتوي إذا زرع في مناطق حارة لايستطيع أن يجتاز مرحلة الإرباع وبالتالي لايزهر، علما بأن نمو المجموع الخضري يكون طبيعيا .

ويمكن تصنيف عوامل الوسط إلى المجموعات التالية :

١ ـ العـوامـل المنـاخيـة Climatic factors وتشمـل الضـوء ، ودرجـة حرارة الهواء والرطوبة والأمطار والرياح والغازات الداخلة في تركيب الهواء .

٢ ـ عوامـل الـتربة Soil factors (Edaphic factors) وتتضمن الخواص الفيزيائية والكيميائية للتربة ورطوبتها ودرجة حرارتها وكمية الهواء فيها وغير ذلك .

٣ ـ العـوامـل الطبوغرافية Topographic factors وتشمل التضاريس والتي يكون تأثيرها غير مباشر وذلك عن طريق عوامل المناخ والتربة .

٤ ـ العوامل الحيوية Biotic factors والتي تشمل التأثيرات المتبادلة بين الكائنات الحية مثل تأثير النباتات على بعضها البعض وتأثير الحيوانات على النباتات .

٥ ـ عوامـل فعـل الإنسان Anthropogenic factors وتتضمن تأثير الإنسان على النباتات سواء بشكل مباشر عن طريق نقل النباتات من مكان لآخر أوبشكل غير مباشر عن طريق تأثيره على العوامل البيئية الأخرى كالمناخ وغيره .

المخططات المناخيـة

لقد فكر الباحثون منذ فترة طويلة بوضع مخططات مناخية للمناطق المختلفة تبين الفترات المناسبة لنمو النباتات (الرطبة) والفترات غير المناسبة (الجافة ونصف الجافة) ،

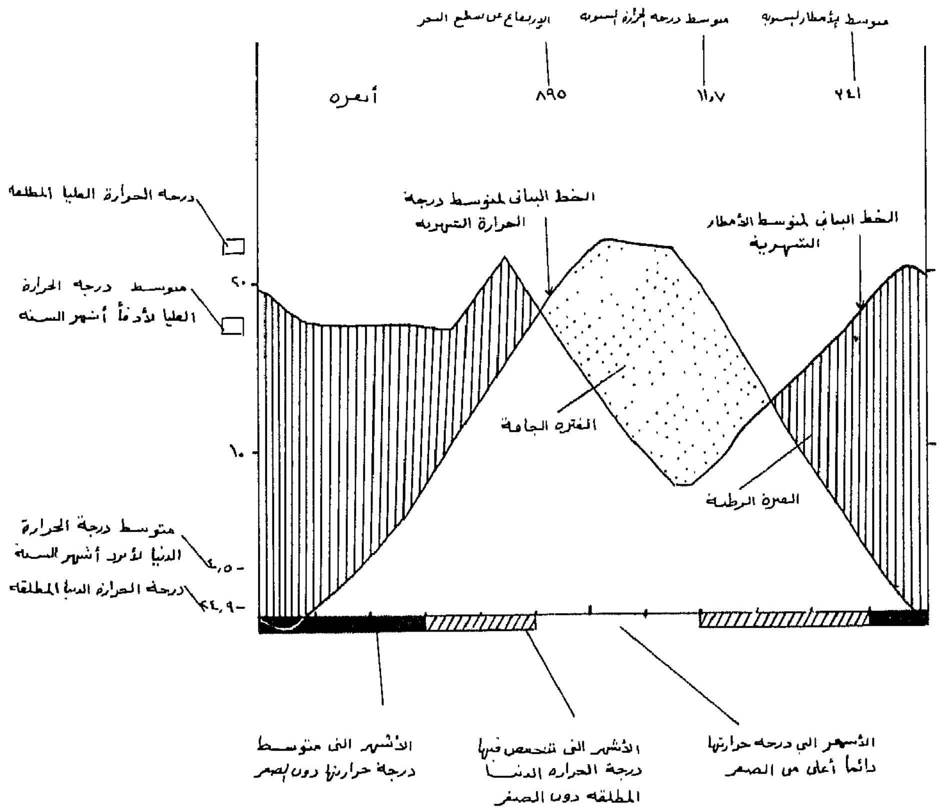
كما وتسهل مقارنة مناخات المناطق بعضها ببعض. وسنأخذ مثالا عن هذه المخططات مخطط غوسين Gaussen والذي أدخل عليه فالتر Walter ١٩٦٠ بعض التعديل.

يعتمد هذا المخطط على العلاقة بين درجة الحرارة وكمية الأمطار، إذ أنه يعتبر الخط البياني لمتوسط الحرارة الشهرية ممثلا لكمية الماء المتبخرة، والخط البياني للأمطار الشهرية ممثلا لكمية الماء الواردة وكلاهما يعطيان فكرة واضحة عن التوازن المائي.

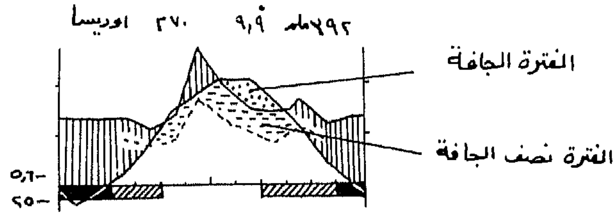
وعلى المخطط تعتبر العلاقة بين متوسط الحرارة الشهري وبين كمية الأمطار الشهرية هي ١ إلى ٢ أي ١٠ درجات مئوية تقابل ٢٠مم من الأمطار شهريا. وعن طريق رسم الخط البياني لكل من متوسط الحرارة ومتوسط الأمطار لكل شهر نستطيع معرفة الفترات الرطبة والجافة لكل منطقة، فالفترة الرطبة يكون فيها الخط البياني للأمطار أعلى من الخط البياني للحرارة أما الفترة الجافة فعلى العكس إذ يكون الخط البياني للأمطار تحت الخط البياني للحرارة.

بالإضافة إلى الخط البياني للحرارة والأمطار يتضمن المخطط المناخي عوامل أخرى لها أهمية بالنسبة للنباتات مثل طول الفترة الباردة، وتبيان الأشهر التي تنخفض فيها الحرارة تحت الصفر، إذ أن متوسط الحرارة الشهري غير كاف، فكثير من الأشهر متوسط الحرارة فيها أكثر من الصفر ولكن يحدث فيها الصقيع أكثر من مرة، ومن المعلوم أن الصقيع له تأثير ضار على حياة النبات، كما لابد من تبيان الحرارة الدنيا والعليا المطلقة على المخطط كما في شكل (١١).

وفيما بعد تبين أن مخطط المناخ المقترح من قبل غوسين Gaussen يعطي فكرة واضحة لمناخ المناطق التي تنخفض فيها كمية الأمطار في أحد فصول السنة انخفاضا واضحا كما هي الحال في مثال أنقرة (شكل ١١) أو في منطقة حوض البحر الأبيض المتوسط، أما تلك المناطق التي تنتظم فيها الأمطار بدرجة واحدة على مدار السنة، فإن مخطط المناخ لايعطي فكرة واضحة عن فترة الجفاف كما في أوديسا مثلا (شكل ١٢)، فالمخطط لايبين فترة جفاف علما بأن الصيف في أوديسا جاف نسبيا (طبعا لايمكن



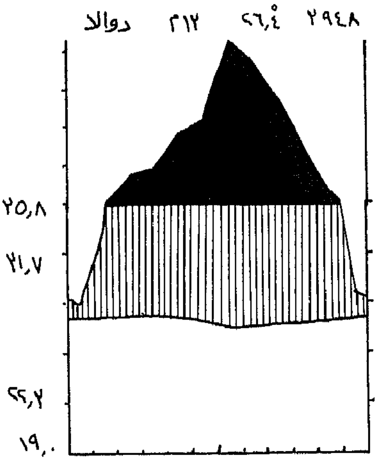
شكل (١١) المخطط المناخي لمدينة أنقرة.



شكل (١٢) المخطط المناخي لمدينة أوديسا على البحر الأسود.

مقارنة جفاف الصيف في أوديسا بالجفاف في بلادنا).

ففي مثل حالة أوديسا وفيها الأمطار متساوية على مدار السنة اقترح أن يميز على مخطط المناخ فترتين الأولى جافة والثانية نصف جافة، للفترة الجافة تكون النسبة بين متوسط الحرارة الشهرية ومتوسط الأمطار الشهرية هي ١ إلى ٢ (أي ١٠ درجات حرارة مقابل ٢٠مم أمطار) أما للفترة نصف الجافة فتكون النسبة ١ إلى ٣ (أي كل ١٠ درجات تقابل ٣٠مم أمطار). أي أن الجزء من المخطط الذي يمثل النسبة ١ إلى ٣ والتي يكون فيها الخط البياني للأمطار تحت الخط البياني للحرارة تمثل المنطقة نصف الجافة. فعلى مخطط أوديسا الفترة الجافة في بداية الربيع ونهاية الصيف أما الفترة نصف الجافة فهي كامل الصيف كما في الشكل وبالنسبة للمناطق الاستوائية التي تزيد فيها الأمطار عن ١٠٠مم شهريا فقد اقترح أن تصغر كمية الأمطار التي تزيد عن ١٠٠مم (أي تقسم على ١٠) وتلون بالأسود (شكل ١٣). والمنطقة الملونة بالأسود تمثل فترة الرطوبة الزائدة، وذلك لأن الأمطار التي تزيد عن ١٠٠مم لاتلعب دورا كبيرا في حياة النباتات وذلك لأن التربة لاتمتصها وبالتالي فإنها تشكل سيولا تجرف الطبقة السطحية من التربة.



شكل (١٣) المخطط المناخي لمدينة دوالا في المنطقة الاستوائية المطيرة.

وسندرس فيما يلي تأثير عوامل الوسط على توزع النباتات.

١ العوامل المناخية Climatic Factors

أولا: درجة الحرارة Temperature

تعتبر درجة الحرارة من أهم العوامل التي تؤثر على توزع النباتات على سطح الكرة الأرضية. وتتناقص درجة الحرارة، كما هو معروف، اعتبارا من خط الاستواء وإلى القطبين، ويتوقف هذا التناقص على وضع الشمس وزاوية سقوط الأشعة الشمسية التي تتناقص اعتبارا من خط الاستواء وحتى القطبين، وكذلك على طول المسافة التي يقطعها الشعاع الشمسي خلال الغلاف الجوي Atmosphere والتي تختلف باختلاف خطوط العرض.

ويوضح الجدول التالي متوسط درجة الحرارة السنوي (درجة مئوية) اعتبارا من خط الاستواء وحتى القطب الشمالي:

درجة خط العرض	متوسط حرارة يناير	متوسط حرارة ابريل	متوسط حرارة يوليو	متوسط حرارة اكتوبر	متوسط الحرارة السنوية	المدى الحراري السنوي
خط الاستواء	٢٦,٤	٢٦,٦	٢٥,٦	٢٥,٦	٢٦,٢	١,٠
١٠	٢٥,٨	٢٧,٢	٢٦,٩	٢٦,٩	٢٦,٧	١,٤
٢٠	٢١,٨	٢٥,٢	٢٨,٠	٢٦,٤	٢٥,٣	٦,٢
٣٠	٩,٦	١٧,٠	٢٥,٨	١٨,٩	١٧,٢	١٦,٢
٤٠	٥,٠	١٣,١	٢٤,٠	١٥,٧	١٤,١	١٩,٠
٥٠	٧,١-	٥,٢	١٨,١	٦,٩	٥,٨	٢٥,٢
٦٠	١٦,١-	٢,٨-	١٤,١	٠,٣	١,١-	٣٠,٢
٧٠	٢٦,٣-	١٤,٠-	٧,٣	٩,٣-	١٠,٧-	٣٣,٦
٨٠	٣٢,٢-	٢٢,٧-	٢,٠	١٩,١-	١٧,٢-	٣٤,٢
٩٠	٤١-	٢٨-	١-	٢٥-	٢٢,٧-	٤٠

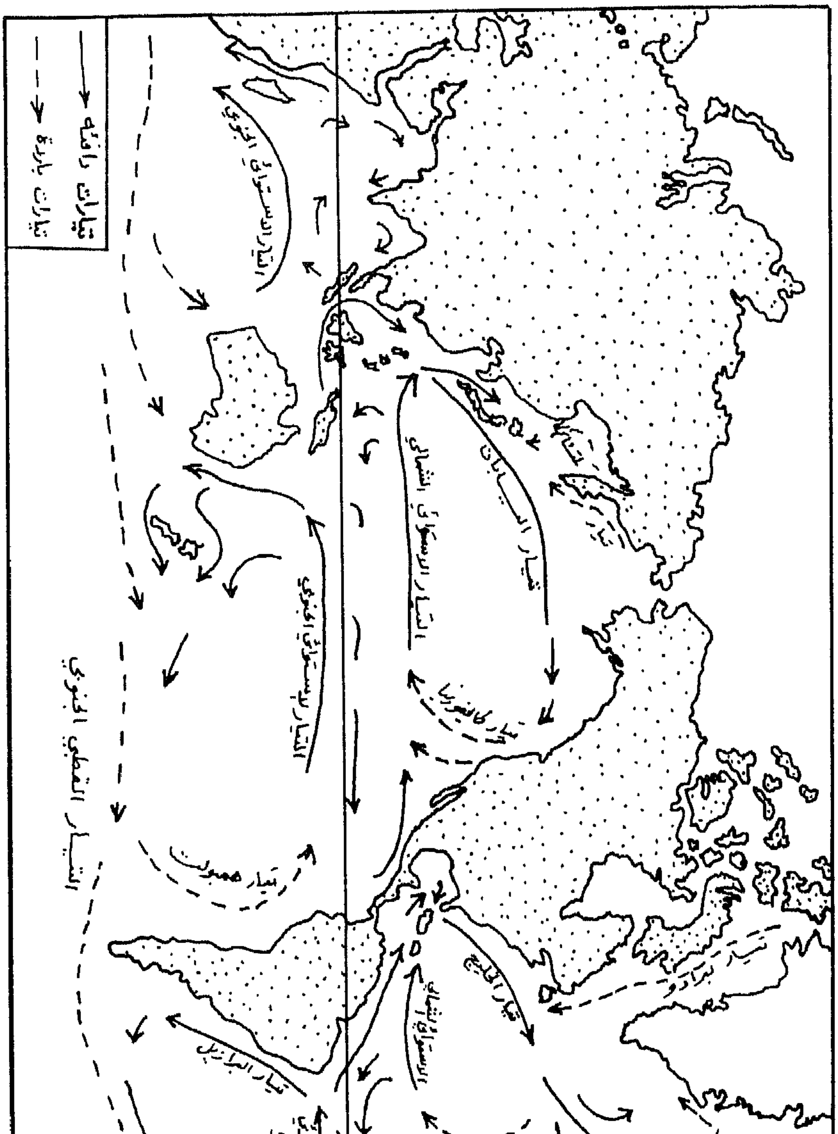
هذا ولتوزع اليابسة والمحيطات والبحار أثر كبير على درجة الحرارة والرطوبة، مما يؤدي إلى تمييز مناخ قاري Continental يسود في المناطق البعيدة عن تأثير المحيطات والبحار ويتميز بصيف حار وشتاء بارد، أي أن الفروق الحرارية بين الصيف والشتاء كبيرة، ومناخ محيطي Oceanic يسود في المناطق المحاذية للمحيطات والبحار ويتميز بمناخ معتدل تكون فيه الفروق الحرارية بين الصيف والشتاء قليلة كما هو واضح من القائمة التالية:

المكان	درجة خط العرض	متوسط حرارة أدفأ أشهر السنة	متوسط حرارة أبرد أشهر السنة	متوسط الحرارة السنوي	المدى الحراري السنوي
بغداد	٣٣,٢١	٣٣,٦	٩,٣	٢١,٨	٢٤,٣
الدار البيضاء	٣٣,٣٥	٢٢,٩	١١,٩	١٧,٣	١١

كما أن الارتفاع فوق سطح البحر في المناطق الجبلية يؤدي إلى انخفاض درجة الحرارة بمقدار ٠,٥ - ٠,٦ درجة مئوية لكل ١٠٠م ارتفاع، وهذا هو أهم أسباب تغير المناخ والغطاء النباتي كلما ارتفعنا عاليا في الجبال.

ا - التيارات البحرية Ocean currents

ويقصد بالتيارات البحرية حركة المياه السطحية للمحيطات في اتجاهات معينة ثابتة، هي حركة بطيئة إذ يبلغ معدل سرعتها حوالي ٤كم/ ساعة بينما تصل سرعة التيارات البحرية الأكثر عمقا إلى ٩كم/ ساعة. وللتيارات البحرية أثر كبير في مناخ السواحل التي تمر بها، فالتيارات القادمة من مناطق دافئة ترفع درجة حرارة المناطق الساحلية التي تمر بها، وبالعكس فإن التيارات القادمة من مناطق باردة تؤدي إلى هبوط درجات الحرارة بها. وأهم التيارات البحرية ذات الأثر الواضح في مناخ المناطق التي تمر بها هي (شكل ١٤):



شكل (١٤) التيارات البحرية.

تيارات المحيط الأطلسي. تعمل الرياح التجارية على تحريك جزء من المياه السطحية للمحيط الأطلسي في المنطقة المدارية على جانبي خط الاستواء، وتتحرك هذه التيارات تبعا لاتجاه الرياح في اتجاه عام نحو الغرب، ويعرف بالتيار الاستوائي الشمالي شمال خط الاستواء والتيار الاستوائي الجنوبي جنوب خط الاستواء.

ويتجه التيار الاستوائي الشمالي نحو الشمال الغربي مارا بشمال شرق أمريكا الجنوبية، ثم نحو جزر الهند الغربية حيث يتزود بالمياه التي تصب في خليج المكسيك، ويكون تيارا ضخما يعرف بتيار الخليج Gulf stream ثم يتجه إلى الشمال الشرقي بتأثير الرياح العكسية الغربية مشكلا تيار الأطلسي الشمالي، حتى إذا اقترب من أوروبا تفرع إلى ثلاث شعب: شعبة تتجه نحو الجنوب بحذاء ساحل شمال غرب أفريقيا وتعرف بتيار الكناري البارد، أما الشعبة الثانية فتصل إلى شمال غرب أوروبا (دافئة) والثالثة فتسير باتجاه ايسلندة (دافئة)..

أما جنوب خط الاستواء فإن التيار الاستوائي الجنوبي يتجه في معظمه نحو الجنوب مارا بالسواحل الشرقية لأمريكا الجنوبية حيث يعرف بتيار البرازيل (الدافىء) ويقع عند خط عرض ٤٠ جنوبا تقريبا تحت تأثير الرياح العكسية الغربية إلى الشرق حيث ينضم إليه تيار فولكلاند (البارد) الذي يمر بالقرب من الساحل الشرقي للقارة، كما ينضم إليه بعض التيار القطبي الجنوبي ويتجه نحو الشمال بمحاذاة الساحل الغربي لقارة أفريقيا (ويعرف باسم تيار بجويلا البارد) حيث ينضم إلى التيار الاستوائي الجنوبي مكملا دورته.

تيارات المحيط الهادي. نجد نفس النظام الذي رأيناه عن تيارات المحيط الأطلسي تقريبا في المحيط الهادي حيث يوجد شمال وجنوب خط الاستواء كل من التيار الاستوائي الشمالي والجنوبي.

يتجه التيار الاستوائي الشمالي نحو الغرب مارا بشرقي جزر الفلبين ثم يتجه نحو الشمال فالشمال الشرقي مارا بشرقي الصين واليابان ويعرف بتيار اليابان (الدافىء)

ويستمر نحو الشمال الشرقي تجاه غرب أمريكا الشمالية ويعرف بتيار المحيط الهادي الشمالي (الدافىء) وهناك يتفرع إلى فرعين : الأول يتجه إلى الجنوب مارا بالسواحل الغربية للولايات المتحدة الأمريكية (تيار كاليفورنيا البارد) ثم ينضم إلى التيار الاستوائي الشمالي. أما الثاني فيدور مع ساحل كندا وألاسكا ويعرف بتيار ألاسكا الدافىء.

أما جنوب خط الاستواء فيتجه التيار الاستوائي الجنوبي نحو الغرب ثم ينحني متجها إلى الجنوب حيث يعرف بتيار شرق استراليا ثم يتجه نحو الشرق منضما إلى التيار القطبي الجنوبي الذي يتجه نحو الشرق، وتتجه منه شعبة ـ بالقرب من الطرف الجنوبي الغربي من أمريكا الجنوبية ـ نحو الشمال بمحاذاة الساحل الغربي للقارة ويعرف بتيار بيرو (أوهمبولت Humboldt البارد) الذي ينضم في النهاية إلى التيار الاستوائي الجنوبي مكملا دورته.

ومما سبق يلاحظ أنه في العروض الدنيا تمر بالسواحل الشرقية للقارات تيارات دافئة بينما تمر بسواحلها الغربية ـ في نفس العروض ـ تيارات باردة، وعلى العكس من ذلك في العروض العليا لنصف الكرة الشمالي حيث تمر بالسواحل الشرقية تيارات بحرية باردة بينما يمر بسواحلها الغربية في نفس العروض تقريبا تيارات دافئة.

وللتيارات تأثيرات كبيرة في درجة حرارة السواحل التي تمر بها، فإذا كانت قادمة من جهات أكثر حرارة إلى أخرى أقل حرارة قادت إلى رفع درجة حرارتها بسبب ما تحمله فوقها من هواء دافىء والعكس صحيح. فتيار المحيط الأطلسي الشمالي مثلا يدفع المياه الدافئة إلى غرب أوروبا فتعمل على رفع درجة حرارة السواحل الشمالية الغربية وتصبح موانىء النرويج مفتوحة للملاحة طوال العام في حين أنه في شرق شبه جزيرة اسكندنافيه يتجمد بحر البلطيق في الشتاء نظرا لعدم وصول مؤثرات التيار الدافىء إليه.

ويمكن لنا أن نلمس مدى أهمية التيارات البحرية في المناخ إذا ما قارنا السواحل

الشرقية للقارات بسواحلها الغربية في نفس العروض. فشمال غرب أوروبا ترتفع درجة حرارته كثيرا (لمرور تيار الأطلسي الشمالي الدافىء) عن درجة حرارة شمال شرق آسيا حيث يمر تيار كامتشاتكا (انظر شكل ١٤).

وكذلك الحال لو قارنا الساحل الشمالي الغربي لأمريكا الشمالية حيث يمر تيار ألاسكا الدافىء بالسواحل الشرقية للقارة في نفس العروض حيث يمر تيار لبرادو البارد.

وعلى العكس من ذلك نجد أن الساحل الشرقي لأمريكا الشمالية جنوب خط العرض ٤٠ شمالا أكثر دفئا من الساحل الغربي للقارة (جنوب خط العرض ٤٠) وذلك لأن تيار الخليج الدافىء يمر بجوار الساحل الشرقي، بينما تيار كاليفورنيا البارد يمر بجوار الساحل الغربي.

ب ـ أهمية الحرارة في حياة النبات

لايوجد مكان على سطح الكرة الأرضية لاتستطيع النباتات أن تنمو فيه بسبب انخفاض درجة الحرارة باستثناء تلك المناطق التي يغطيها الجليد والثلج على مدار السنة والذي لايذوب في الصيف، وحتى على الثلج الدائم تعيش بعض أنواع النباتات مثل طحلب *Sphaerella nivalis* والتي تشكل طبقة وردية اللون ولايتوقف نمو هذا الطحلب حتى في الدرجة -٣٤°م، كما أن الدرجة المثلى لنموه هي ٤°م وذلك عند بدء انصهار الطبقات العلوية من الثلج (Schennikov ١٩٥٠).

والمدى الحراري لنمو النباتات واسع جدا، ويمكن أن تنمو في حدود صفر- ٩٠ درجة مئوية وأكثر كما في الجدول التالي:

المدى الحراري لبعض النباتات بالدرجات المئوية

	مـن	إلـى
القمـح	صفر	٤٢
فطـــر Mucor	٤	٣٣
القـــرع	١٢	٤٦
الطحالب الثلجية	-٣٤	٤
طحالب المياه الحارة	٧٠	٩٣

بل إن بعض النباتات القطبية تتحمل درجات منخفضة جدا من الحرارة دون أن تموت مثـل نبـات *Cochlearia arctica* والـذي تتشكـل براعمـه الـزهـريـة اعتبـارا من الخـريف، ويتحمـل درجة حرارة منخفضة في الشتاء تصل إلى -٤٦°م، وبعد انقضاء الشتاء يعود ويتابع نموه.

وتـرتبـط قدرة النبـاتات على تحمل درجات الحرارة المنخفضة بعوامل متعددة ومن الملاحظ أنه عندما تكون نسبة الماء قليلة في أنسجة النباتات فإنها تكون أكثر قدرة على تحمل الحرارة المنخفضة، فالبذور الجافة تتحمل درجة حرارة -١٠٠° مئوية، أما البذور التي بدأت بالإنبـات، حيث نسبـة المـاء فيهـا مرتفعـة، فإنها تموت إذا انخفضت درجة الحرارة عدة درجات تحت الصفر. كما أن نباتات المناطق القطبية الباردة والتندرا تتحمل في الشتـاء درجـات حرارة تتراوح بين -٣٠°م و٣٥°م دون أي ضرر عنـدما تكون نسبة الماء في براعمها قليلة، أما في الربيع عندما تفتح هذه البراعم، وترتفع نسبة الماء فيها، فإن أي انخفاض في درجة الحرارة يؤدي إلى موت البراعم والفروع الفتية.

وقد بيّن العالم ماكسموف (Maximov ١٩٢٩) أن موت النباتات بالحرارة المنخفضة ينجم عن تجمـد المـاء وتشكـل بلورات جليـديـة في الفراغات بين الخلايا، ومع ازدياد

انخفاض الحرارة يزداد حجم هذه البلورات على حساب ماء الخلية نفسها، مما يؤدي إلى تمزق غلف الخلية وإحداث أضرار للبر وتوبلازم وبالتالي موت الخلايا. هذا وإن موت النباتات نتيجة الحرارة المنخفضة لا يتصاحب دائما بتشكل بلورات جليدية في الفراغات بين الخلايا، فكثير من نباتات المناطق الاستوائية تموت في درجة حرارة أعلى من الصفر، ويتم موت النباتات بشكل تدريجي وذلك نتيجة اختلال عمليات الوظائف الحيوية فيها.

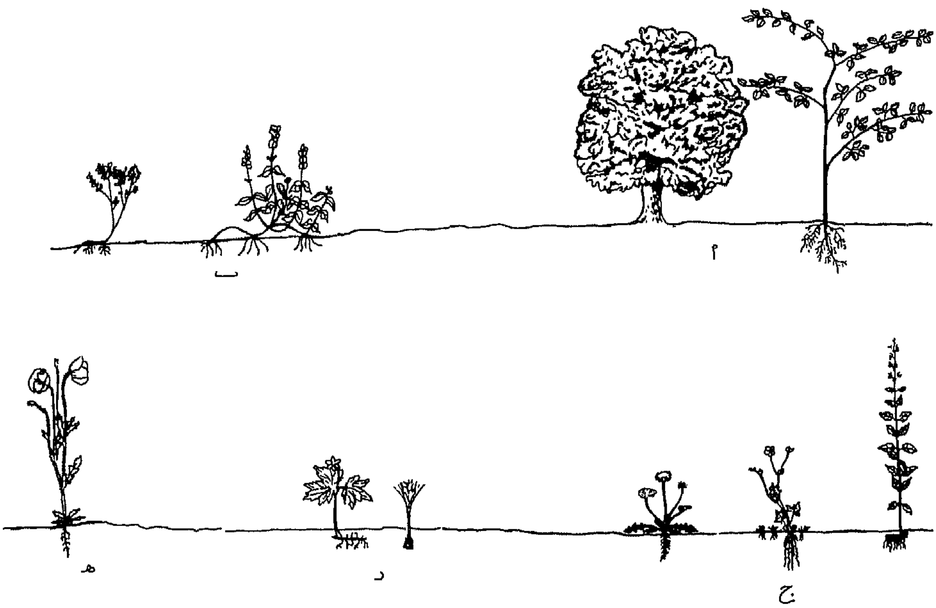
وتختلف درجة الحرارة المرتفعة التي تستطيع أن تتحملها النباتات من نوع لآخر، ففي فترة النمو تموت أكثر البكتيريا عند درجة حرارة ٥٠°م، أما في حالة السبات فتتحمل درجات مرتفعة تصل إلى ١٠٠°م، وهذا يتوقف على نسبة الماء في أنسجتها فكلما كانت قليلة كلما ازدادت قدرة النباتات على تحمل الحرارة المرتفعة. وأغلب النباتات الزهرية تموت عند درجة حرارة ٤٥ أو ٥٠°م بينما بعض الأشنات مثل *Lecanora esculenta* التي تعيش على سطح التربة في المناطق الجافة، تتحمل درجة حرارة تصل إلى ٧٠°م دون ضرر. ومن أهم تكيفات النباتات لتحمل الحرارة المرتفعة إلى جانب انخفاض نسبة الماء في نسجها ما يأتي:

ا ـ ازدياد معدل النتح مما يؤدي إلى تلطيف حرارة النباتات.
ب ـ عدم امتصاص اليخضور للأشعة ذات الطاقة العالية وإنما يتركها تنفذ خلاله.
جـ ـ زيادة نسبة الأملاح المعدنية مما يؤدي إلى ارتفاع درجة تخثر البر وتوبلازم.

جـ ـ الأنماط البيولوجية (صور الحياة) Life forms

تأخذ النباتات المختلفة، تكيفا منها للوسط المحيط وخاصة درجة الحرارة وكمية الماء، أشكالا مختلفة أطلق عليها اسم الأنماط البيولوجية Life forms وحسب رأي سيربريكوف Serebriakov ١٩٦٢ فإن النمط البيولوجي هو عبارة عن الهيئة التي تتميز بها مجموعة من النباتات والتي تظهر خلال تطور النباتات في ظروف بيئية محددة، أي هو نتيجة لتكيف النباتات إلى الظروف التي تعيش فيها. ومن أشهر تصانيف الأنماط

البيـولـوجيـة هو تصنيف Raunkiaer ١٩٣٧ الـذي يتسم ببسـاطتـه ووضوحه ، والذي يعتمـد على تكيف النبـاتـات لتحمـل الفصل غير المناسب للنمو وبصورة خاصة تأثير الحـرارة المنخفضـة ، والصفـة التي يبني عليها تصنيفه هي وضع براعم التجديد بالنسبة لسطح التربة وحمايتها من درجة الحرارة المنخفضة ، ويشمل المجموعات التالية (شكل ١٥) :



شكل (١٥) الأنماط البيولوجية (صور الحياة) حسب راونكير.

أ - النباتات الظاهرة (الفانيروفيت) ب - النباتات فوق السطحية (الكاميفيت) جـ - النباتات نصف المختفية (الهيميكربتوفيت)

د - النباتات المختفية (الكربتوفيت) هـ - النباتات الحولية (التيروفيت)

١ - النبـاتـات الظـاهـرة (الفانيروفيت) Phanerophytes. تكون براعم التجديد على أفـرع ترتفـع عن سطـح التربة أكثر من ٢٥ - ٣٠سم أي أنها معرضة لتأثير المناخ وتشمـل الأشجـار والشجـيرات وكثير من النباتات العالقة ، التي تكون براعم التجديد فيهـا محميـة بالحـراشف أو غير محميـة ، والنبـاتات العصارية . وتنتشر هذه النباتات في

المنـاطق الاستـوائيـة حيث تشكـل الجـزء الأكـبر من الغطاء النباتي فيها، كما تنتشر في المناطق الأخرى ولكن عدد أنواعها قليل مع أنها تشكل جزءا هاما من الغطاء النباتي فيها.

٢ ـ **النباتات فوق السطحية (الكاميفيت) Chamaephytes.** وتضم أعشابا معمرة أو أنصـاف شجـيرات تكون براعمها على أفرع لايتجاوز ارتفاعها ٢٥سم وتكون هذه الأفرع إما على سطح التربة أوبالقرب منها، أي أن براعمها تحمى بالثلج إذا كانت هذه النبـاتـات تعيش في المناطق الباردة، وفي المناطق المعتدلة تحمى بواسطة البقايا النباتية، وتكثر هذه النباتات في المناطق القريبة من القطب والمناطق الجبلية.

٣ ـ **النبـاتـات نصف المختفيـة (الهيميكـربتوفيت) Hemicryptophytes.** وتكون براعمهـا على أفـرع توجـد على سطـح الـتربة أو في الطبقات السطحية منها، وتكون محمية بالبقايا النباتية، وتكثر هذه النباتات في كافة المناطق عدا الاستوائية.

٤ ـ **النبـاتـات المختفيـة (الكربتوفيت) Cryptophytes.** وهي نباتات ذات براعم مدفـونـة تحت سطـح الـتربة أو الماء وبالتالي تُحمى من تأثير المناخ غير المناسب بواسطة التربة أو الماء وتقسم إلى ثلاثة أقسام:

(ا) **النبـاتات الأرضية (الجيوفيت) Geophytes.** وفيها أعضاء معمرة مطمورة في الـتربـة كالأبصـال Bulbs والـدرنـات Tubers والـريـزومـات Rhizomes والكورمات Corms وتكثر في المناطق المعتدلة.

(ب) **النبـاتات الرطوبية (الهيلوفيت) Helophytes.** وهي النباتات التي تعيش إما في التربة زائدة الرطوبة أو تكون مغمورة جزئيا في الماء.

(جـ) **النبـاتـات المـائيـة (الهيدروفيت) Hydrophytes.** وهي النباتات التي تكون مغمورة كليا في الماء.

٥ ـ النباتات الحولية (التيروفيت) Therophytes. الأعشاب الحولية التي تتم دورة حياتها اعتبارا من الإنبات وحتى تكوين البذور في فترة قصيرة، وتقضي الفصل غير المناسب لنموها على شكل بذور. وتكثر هذه النباتات في الصحاري والسهوب.

د ـ تأثير درجة الحرارة على توزع النباتات

تتحكم درجة الحرارة في تكوين المجتمعات النباتية بتأثيرها على أفراد الأنواع المكونة لهذه المجتمعات، فإذا كان لنوع من النباتات أن يعيش بصفة دائمة في منطقة معينة فإنه يتعين تحقيق الشروط الآتية بالنسبة لدرجة الحرارة:

ا ـ أن لاتكون درجة الحرارة عالية أومنخفضة في أي وقت لدرجة تقتل النبات.

ب ـ أن ترتفع الحرارة لدرجة كافية (في المناطق الباردة) أو تنخفض لدرجة كافية (في المناطق الحارة) ولفترة كافية في موسم النمو بحيث تسمح بنمو النبات وتكاثره.

وتتحكم درجة الحرارة في توزيع النباتات بعدة طرق:

١ ـ التحكم عن طريق درجة الحرارة المرتفعة والمنخفضة. إن أبسط نوع من أنواع تحكم درجات الحرارة في التوزيع الجغرافي للنباتات هو الذي تحدد فيه درجة الحرارة العظمى في الصيف مدى انتشار النباتات في اتجاه خط الاستواء، والذي تحدد فيه درجة الحرارة الصغرى في الشتاء مدى انتشار النباتات في اتجاه القطبين، وقد أوضح Clarke ١٩٥٤ أن توزيع ثلاثة أنواع من النباتات الزهرية المعمرة في اسكندنافيا في اتجاه الجنوب والشرق يرتبط بدرجة الحرارة العظمى في فصل الصيف.

يرتبط توزع العديد من الأنواع النباتية بخط تساوي الحرارة (الايزوثيرم * Isotherm) فمثلا لاينتشر نبات *Lacuna alpina* ونبات *Ranunculus platanifolius*

* الايزوثيرم Isotherm هو خط تساوي الحرارة أو الخط الذي يصل بين الأماكن التي لها متوسط حرارة سنوي واحد.

ونبـات *Saxifraga foliolosa* في المنـاطق التي يزيـد فيهـا خط تساوي الحرارة صيفاً عن ٢٩° و٢٧° و٢٣°م على التوالي، كما أن التنوب Picea لاينتشر في المناطق ذات الأيزوثيرم لشهر تموز (يوليو) الأقل من ١٥°م، كما وتتطابق الحدود الشمالية للغابات مع الايزوثيرم ١١ درجة لشهر تموز (يوليو).

كما تحد الحـرارة المنخفضـة وخـاصـة التي تحدث التجمـد Freezing من انتشـار النباتات التي لاتتحمل الصقيع، لذا فإن انتشار النخيل في الظروف الطبيعية في أمريكا الشمالية، لايتعدى شمال فلوريدا وشاطىء خليج المكسيك والجزء الجنوبي من كاليفورنيا.

٢ ـ **حاجـة النبـاتات لفترة حرارة منخفضة.** تحتاج كثير من النباتات لفترة يكون فيهـا الطقس باردا وذلـك حتى تنتقـل من الحـالة الخضرية إلى الحالة التكاثرية، إذ أن لدرجـة الحـرارة المنخفضـة، في كثـير من النبـاتات، أثر بالغ على بدء تكوين الأصول الزهرية وتكشفها، وإذا لم تمر النباتات بفترة باردة فإن براعمها الزهرية لاتتفتح أو تسقط بعـد تفتحهـا دون أن تعطي ثمارا وبـذورا. وتنتج النباتات ثنائية الحول أعضاء خضرية فقـط خلال فصـل نمـوهـا الأول، ولاتـزهـر إلاّ في فصل النمو الثاني بعد تعرضها فترة طويلة إلى حرارة الشتـاء المنخفضـة، وبدون التعرض لمثل هذه الحرارة المنخفضة تبقى هذه النباتات بحالة خضرية إلى فترة غير محدودة. وقد ثبتت ضرورة تعرض النباتات ثنائية الحول لفترة باردة عندما عرضت لدرجة حرارة منخفضة بصورة صناعية وعرضت بعد ذلك إلى نوبة ضوئية مناسبة فأزهرت في فصل نموها الأول، ويمكن تحقيق ذلك في أية مرحلة من مراحل نمو النباتات بعد تجاوزها مزحلة الإنبات، فإذا عرضت بذور النبـاتـات ثنائية الحول بعد تشربها الماء وبدء الإنبات إلى درجة حرارة منخفضة (٢ ـ ٥ درجـة مئـويـة) لمدة ستة أسابيع فإنها تنمو بعد ذلك وكأنها مرت بفترة شتاء بارد وبالتالي تزهـر في فصـل نمـوهـا الأول، إذا ما تعرضت إلى نوبة ضوئية مناسبة، وتسمى عملية معـاملة النبـات صنـاعيـا بحرارة منخفضة كي يحقق الإزهار بعملية الإرباع (التربيع) Vernalization or springification، فالإربـاع هو إذن تعجيـل القـدرة على الإزهـار

بمعاملة باردة، كما هي الحال في عملية الإرباع التي قام بها Lyssenko ١٩٣٦ حيث اتضح أن القمح الشتوي يحتاج إلى درجة حرارة من صفر إلى -٢ درجة مئوية لفترة ٢٠ ـ ٦٠ يوما. ويمكن اعتبار ما يحدث للنباتات ثنائية الحول في الطبيعة عملية إرباع طبيعية. وتحتاج بذور بعض النباتات للتبريد بعد تشربها الماء حتى تنبت بصورة مرضية، كما أن النمو لايحدث بصورة مرضية، في أنواع أخرى إلا إذا مرت بفترة باردة أثناء إنبات البذرة أو بعده مباشرة، وقد اتضح أنه لابد أن تمر بذور بعض النباتات بفترتي تبريد متتاليتين حتى تستطيع بادراتها النمو (Barton ١٩٤٤) ويعني ذلك أنها تستطيع أن تنمو في بيئاتها الطبيعية بعد أن تجتاز فترة الشتاء الثانية، ولذلك فإن أنواع النباتات التي تحتاج إلى فترة باردة يقل وجودها في خطوط العرض الدنيا القريبة من خط الاستواء وكذلك في المناطق ذات الشتاء الدافىء وفي سفوح الجبال السفلى وذلك لعدم توفر الشتاء البارد اللازم لإنباتها أو نموها أو تحولها من الحالة الخضرية إلى الحالة التكاثرية.

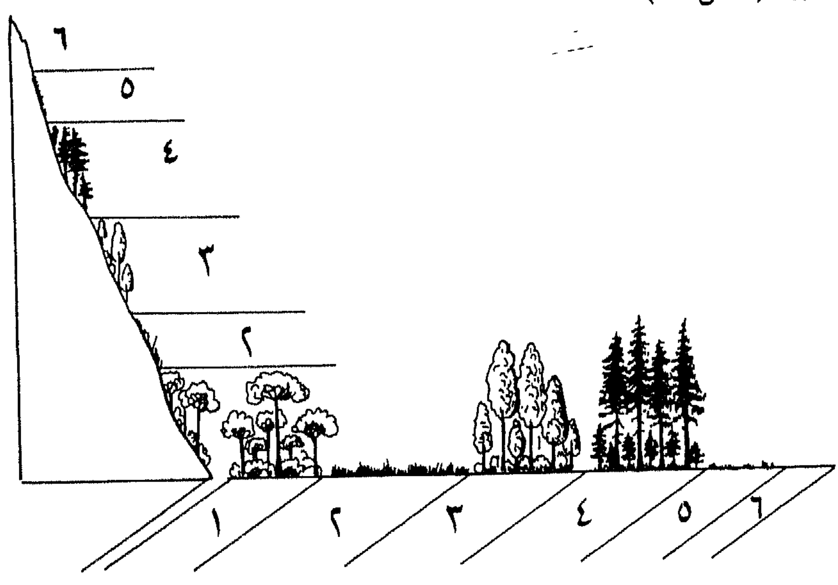
كما تحتاج الأنواع النباتية المختلفة للبدء بعملية الإنبات والنمو إلى درجات مختلفة من الحرارة، فنباتات المناطق القطبية والألبية* تبدأ بالإنبات والنمو كما وتستطيع أن تزهر بمجرد إنصهار طبقات الثلج، ولكن أنواعا نباتية أخرى لاتنبت إلّا في درجة حرارة مرتفعة مثل الذرة *Zea mays* التي تحتاج بذورها إلى درجة حرارة لاتقل عن ١٠ درجة مئوية حتى تنبت والبطيخ *Citrullus vulgaris* والخيار *Cucumis sativa* واللذان لاتنبت بذورهما إلّا في درجة حرارة ١٢ ـ ١٤ درجة مئوية، لذا فإن مثل هذه النباتات لاتتمكن من النمو والاثمار في المناطق المعتدلة الباردة والباردة.

ويعتقد الباحثون أن كل نوع نباتي يحتاج إلى كمية دنيا من الحرارة Minimum amount of heat لإتمام كل مرحلة من مراحل نموه وتكشفه، وعند حساب هذه الكمية يبدأ باليوم الذي تكون فيه الحرارة القصوى أعلى من الصفر (في المناطق المعتدلة الباردة) وبعدها تضاف درجات حرارة الأيام التالية والتي تزيد فيها الحرارة العظمى عن

* نسبة إلى جبال الألب في وسط أوروبا، وتطلق هذه الصفة على وجه العموم على بيئة الجبال العالية التي تكسو قممها الثلوج.

الصفر وذلك حتى بداية مرحلة معينة من نمو وتكشف النبات (الإزهار، الإثمار . . . الخ)، فمثلا في مدينة لينينغراد تبين أن إزهار نبات *Tussilago farfara* يبدأ عندما تبلغ كمية الحرارة التراكمية ٧٧ درجة مئوية ونبات الحماض *Oxalis acetocella* ٤٥٢,٩ درجة ونبات الفراولة *Fragaria vesca* ٥٠٠,٦ درجة ونبات *Caragana* ٧٠٠ درجة مئوية (Alechin ١٩٦١).

وتتحكم التغيرات المطردة في درجة الحرارة والظروف المناخية الأخرى، من خط الاستواء في اتجاه القطبين وكذلك من سطح البحر إلى قمم الجبال المرتفعة، في توزيع أنواع نباتية أساسية ترافقها نباتات أخرى، وعليه يمكن تمييز سلسلة من هذه التكوينات النباتية المتميزة عبر اليابسة من منطقة خط الاستواء حتى القطبين، سنتعرض لها بشيء من التفصيل في أبواب لاحقة من هذا الكتاب. كما تحتوي الجبال المرتفعة على تكوينات نباتية مماثلة للتكوينات النباتية الممتدة بين خط الاستواء والقطبين (شكل ١٦).



شكل (١٦) توزع أنماط الغطاء النباتي من خط الاستواء إلى القطب الشمالي ومن قاعدة الجبال إلى قمتها في أمريكا الشمالية.

١ - غابة مدارية ٢ - صحارى أو سهوب ٣ - غابات معتدلة ساقطة الأوراق
٤ - غابات مخروطية ٥ - تندرا ٦ - ثلج وجليد

إن الدراسات الهادفة لمعرفة العلاقة بين حدود انتشار الأنواع النباتية ودرجة الحرارة ليست كبيرة الدقة ويجب النظر إليها بحذر وذلك لأن حدود انتشار الأنواع النباتية لاتتوقف فقط على درجة الحرارة وإنما على جملة من العوامل كالأمطار وطبيعة الشتاء (مع ثلج أو بدونه) وطوله وتأثير التربة والتضاريس وطول النهار وغيرها.

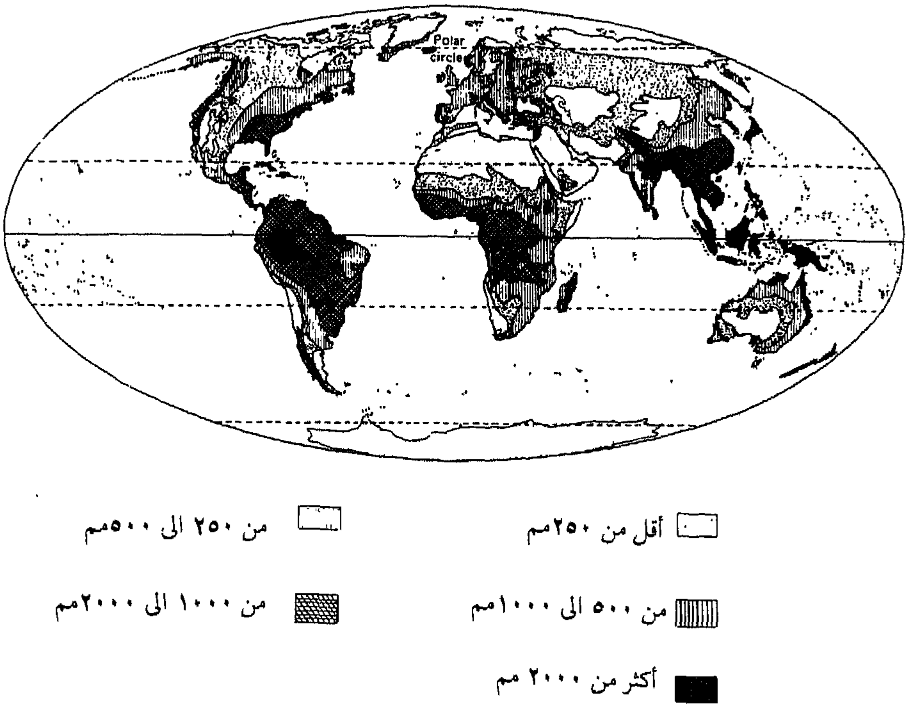
ثانيا : الهطول Precipitation

يعتبر الماء واحدا من أهم العوامل البيئية تأثيرا في نمو الأنواع النباتية وانتشارها سواء في المناطق الجغرافية المختلفة أو في حدود المنطقة الواحدة، وبالرغم من أن أكثر أشكال الماء تأثيرا في النباتات هي الأمطار فإن لأشكال الماء الأخرى من ثلج وندى وبخار ماء وغيرها أهمية في حياة النباتات.

ا - كمية الأمطار

تختلف كمية الأمطار من منطقة جغرافية نباتية إلى أخرى، فأكثر المناطق غزارة بالأمطار هي المناطق الاستوائية (حوض الأمازون، غرب أفريقيا الاستوائية، هاواي، جزر الملايو، وغيرها) التي تتراوح فيها كمية الأمطار بين ٢٠٠ و٤٠٠سم وفي هاواي تصل إلى ١٢٠٠سم في السنة، أما أقل المناطق أمطارا فهي الصحاري (الصحراء الكبرى، صحراء تشيلي، أريزونا، الصحراء العربية، آسيا الوسطى وغيرها) حيث لاتزيد كمية الأمطار السنوية فيها عن ٢٥ - ٣٠سم سنويا وعلى الأغلب أقل من ذلك بكثير، فمثلا لايزيد متوسط الأمطار السنوية في بخارى (آسيا الوسطى) عن ١٣,٥سم وفي القاهرة عن ٣سم وفي الرياض عن ١١سم وفي بعض صحاري تشيلي عن ٠,٥سم، كما لاتسقط الأمطار في بعض أجزاء الصحراء الكبرى مدة عدة سنوات متتالية، أما في بقية المناطق الجغرافية فتتراوح كمية الأمطار السنوية بين ٢٥ و٢٠٠سم (شكل ١٧).

إن لشدة سقوط الأمطار أهمية كبيرة في نمو النباتات وتوزيعها، فالأمطار الغزيرة لاتفيد النبات كثيرا وغالبا لاتمتص التربة منها إلا الجزء القليل والقسم الأكبر يشكل



شكل (١٧) متوسط كمية الأمطار السنوية على سطح الكرة الأرضية.

سيولا تجرف الترب وتعري الجذور السطحية للنباتات، أما الأمطار خفيفة الشدة فهي أكثر فائدة نظرا لامتصاص التربة لها بشكل كامل تقريبا. هذا ولا يصل سطح التربة كامل الأمطار الساقطة، فجزء منها يقع على النباتات ويعود فيتبخر مرة ثانية قبل وصوله إلى التربة، فغابة الصنوبر *Pinus* تحجز حوالي ١٣ - ١٤٪ من كمية الأمطار الساقطة، وغابة التنوب *Picea* تحجز حوالي ٣٦٪ وبصورة عامة فإن كمية الأمطار التي يحتجزها الغطاء النباتي تتوقف على غزارة الأمطار من ناحية (الأمطار الخفيفة يحجز القسم الأعظم منها أما الغزيرة فيحجز قسم ضئيل منها) وعلى كثافة الغطاء النباتي من ناحية أخرى، ولهذا فمن المهم جدا حساب كمية الأمطار التي تصل فعليا إلى التربة وليس كمية الأمطار التي يسجلها مقياس الأمطار (Voronov ١٩٧٣).

إن لتوزع الأمطار على مدار السنة أهمية كبيرة في توزع النباتات الجغرافي، ففي المناطق الاستوائية حيث تتوزع الأمطار بالتساوي تقريباً على مدار السنة نجد الغابات الاستوائية الرطبة المطيرة دائمة الخضرة Evergreen rain forests أما في المناطق المدارية التي لاتتوزع فيها الأمطار بالتساوي على مدار السنة فنجد الغابات المدارية ساقطة الأوراق Tropical deciduous forests علما بأن درجة الحرارة واحدة تقريباً في كلتا المنطقتين .

ب ـ أنماط النباتات بالنسبة لعلاقتها بالماء

للماء تأثير كبير على شكل النبات ، وتقسم النباتات حسب علاقتها بالماء إلى الأقسام التالية :

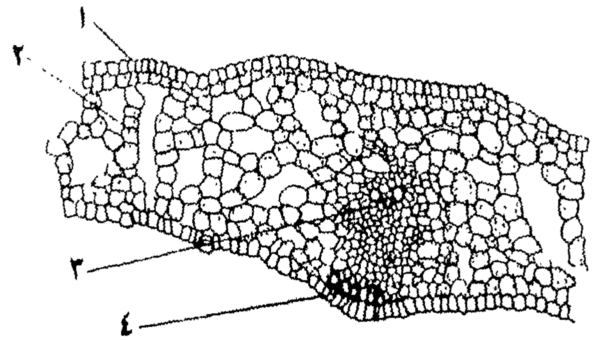
(ا) النباتات المائية Hydrophytes.

(ب) النباتات الجفافية Xerophytes.

(جـ) النباتات الوسطية Mesophytes.

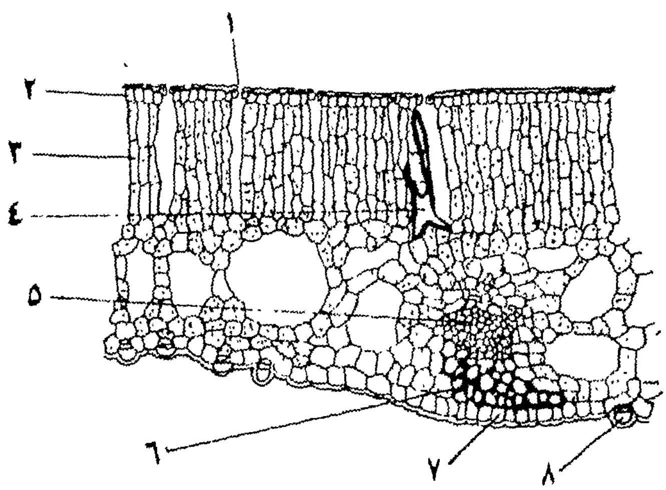
(ا) **النباتات المائية Hydrophytes.** إما أن تكون النباتات المائية مغمورة كليا في الماء مثل *Ceratophyllum* و *Najas* أو أن بعضا منها مغمور في الماء والبعض الآخر طاف على سطح الماء مثل النيوفر *Nuphar luteum* أو أن قسما منها مغمور في الماء والباقي فوق سطح الماء مثل البوط *Typha* و *Sagittaria* وغيرها . وتمتاز النباتات المائية بصفات عدة نلاحظها في كل فرد منها وتعود هذه الصفات إلى بيئة الوسط المائي الذي تعيش فيه ، ومن أهم صفات النباتات المائية هي القوام اللين ذلك لأن الأنسجة الدعامية والوعائية وحتى الغربالية قليلة ، كما تشكل القشرة، المؤلفة من نسيج برانشيمي ، القسم الأكبر من الساق ، بينما تمثل الاسطوانة المركزية قسما صغيرا من الساق على عكس النباتات الوسطية التي تشتمل على قشرة رقيقة واسطوانة مركزية واسعة . وتغطي الأوراق بشرة ذات خلايا كبيرة كثيرة التعرجات مملوءة بالكلوروفيل ، كما تحوي أنسجة النباتات المائية فراغات مملوءة بالهواء وقد تشكل ٧٠٪ من حجم النبات . وتحمل الأوراق الطافية ثغوراً على سطحها العلوي فقط أما الأوراق الغاطسة فعديمة الثغور، كما أن الضغط

الازموزي للعصارة الخلوية منخفض (شكل ١٨ - ا، ب، جـ).



شكل (١٨ - أ) قطاع عرضي في ورقة نيوفر غاطسة (لاحظ عدم وجود الثغور).

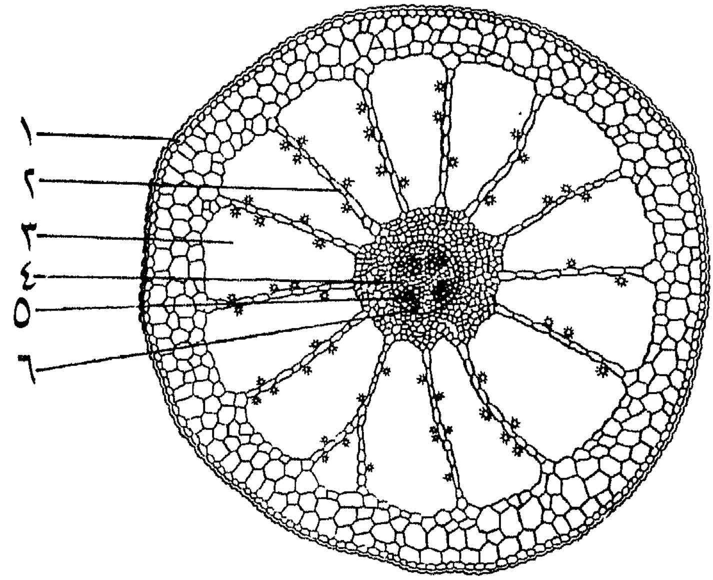
١ - بشرة ٢ - نسيج تهوية ٣ - حزمة وعائية ٤ - كولنشيم



شكل (١٨ - ب) قطاع عرضي في ورقة نيوفر طافية.

١ - ثغر ٢ - بشرة علوية ٣ - نسيج عمادي ٤ - سكليريد

٥ - حزمة وعائية ٦ - كولنشيم ٧ - بشرة سفلية ٨ - ممصات

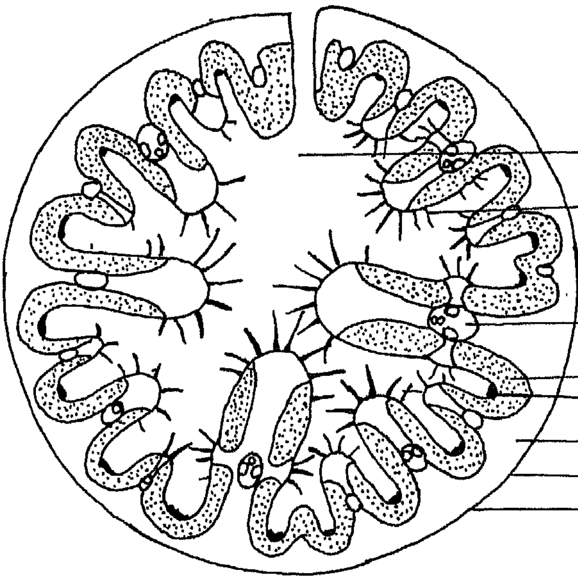


شكل (١٨ - جـ) قطاع عرضي في ساق نبات ميريوفيللم المائي.
١ - بشرة ٢ - نسيج تهوية ٣ - حجرة هوائية ٤ - لحاء
٥ - خشب ٦ - بشرة داخلية.

(ب) **النباتات الجفافية Xerophytes**. وهي النباتات التي تعيش في المناطق الجافة الحارة (الصحاري والسهوب) والمتكيفة لتحمل الجفاف وأهم تكيفاتها التالية (شكل ١٩، ٢٠):

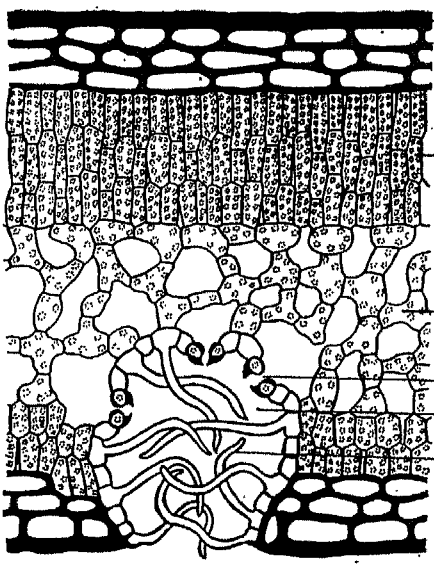
١ - تقليص سطح الورقة، فالأوراق صغيرة تتحور في كثير من الحالات إلى أشواك وعندها تقوم الساق بوظيفة البناء الضوئي.

٢ - الثغور عميقة بحيث تتشكل غرف فوقها يتجمع فيها بخار الماء مما يؤدي إلى إشباع الهواء وبالتالي تقليل شدة النتح. كما أن أوراق كثير من النباتات الجفافية تلتف حوافها وتشكل جوفا تنفتح عليه الثغور، فالماء الذي يخرج عن طريق النتح يرطب الهواء الموجود في هذا الجوف مما يؤدي إلى ارتفاع رطوبة الهواء فيه وبالتالي نقصان شدة النتح



شكل (١٩) رسم تخطيطي لقطاع عرضي في ورقة نبات قصب الرمال.

١ ـ جوف مغلق جزئياً ٢ ـ شعيرات ٣ ـ حزمة ناقلة
٤ ـ برنشيم يخضوري ٥ ـ خلايا محركة ٦ ـ سكليرنشيم
٧ ـ بشرة سفلية سميكة الجدر ٨ ـ أدمة سميكة



شكل (٢٠) قطاع عرضي في ورقة الدفلة وهي من النباتات الجفافية.

١ ـ أدمـة ٢ ـ بشرة متعددة الطبقات
٣ ـ نسيج عمادي ٤ ـ نسيج اسفنجي
٥ ـ ثغـر ٦ ـ تجويف
٧ ـ شعيرات

أو توقفه كما هي الحال عند نبات *Stipa* و *Festuca* وقصب الرمال *Ammophila* وغيرها.

٣ ـ الورقة مغطاة بأدمة سميكة أو بطبقة من الأوبار وذلك لتخفيف النتح، كما تكون الورقة في كثير من الأحيان موازية لأشعة الشمس مما يقلل من تأثير الأشعة عليها وبالتالي تخفيف النتح مثل *Lactuca* وغيرها.

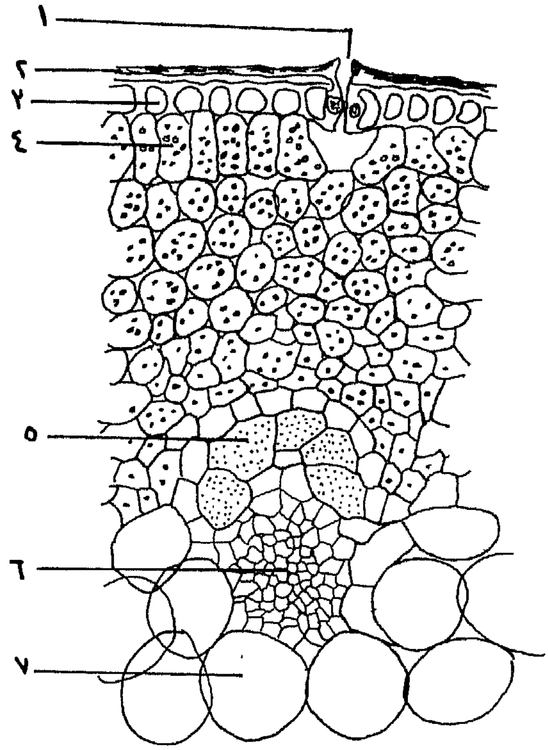
٤ ـ ارتفاع الضغط الأزموزي لعصارة الخلية إلى ٤٠ ـ ٦٠ وأحيانا ١٠٠ ضغط جوي وهذا ما يساعد على امتصاص أكبر كمية من الماء، بالإضافة إلى أنها (عدا النباتات العصارية Succulents) ذات مجموع جذري متطور وعميق يمتص الماء من كافة طبقات التربة.

٥ ـ القدرة الكبيرة على تحمل نقصان كمية الماء في الأنسجة دون ضرر على العمليات الفيزيولوجية.

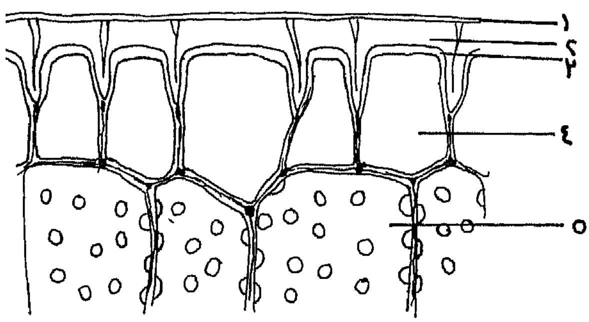
وأهم زمر النباتات الجفافية ما يأتي:

ا ـ **نباتات عصارية Succulents.** وهي نباتات غضة، الأنسجة المدخرة للماء فيها كثيرة النمو، وتعيش في المناطق التي تتوفر فيها فترة رطبة مما يسمح لها باختزان الماء في أنسجتها، كما وتغطي سوقها وأوراقها أدمة سميكة وثغورها غائرة، وتصل نسبة الماء في أنسجتها إلى ٩٥٪ من وزنها مثل نبات *Cerasus*، وتغلق ثغورها نهارا ولهذا فالنتح عندها قليل، فنبات *Echinocactus* نقص وزنه خلال ست سنوات حوالي ١١كجم (من ٣٧,٨ إلى ٢٦,٨كجم) علما بأنه لم يقدم له الماء خلال هذه الفترة والنمو عند هذه النباتات بطيء جدا والمجموع الجذري سطحي. كما أن الضغط الازموزي فيها منخفض ويتراوح بين ٣و٨ ضغط جوي (شكل ٢١).

أ - جزء من قطاع عرضي في ورقة الصبر (الصبار)



١ - ثغر
٢ - أدمة
٣ - بشرة
٤ - برنشيم يخضوري
٥ - خلايا تحتوي على الألويين
٦ - حزمة وعائية
٧ - نسيج مدخر للماء



ب - جزء من قطاع عرضي يبين الأدمة والبشرة في نبات الصبر

١ - أدمة
٢ - جزء مكوتن من جدر خلايا البشرة
٣ - طبقة سليولوز
٤ - بشرة
٥ - برنشيم يخضوري

شكل (٢١) النباتات العصارية.

ب ـ **نباتات قاسية Sclerophytes**. وتتميز عن النباتات العصارية بشكلها الخارجي وخواصها الفيزيولوجية، فهي قاسية، نسبة الماء في نسجها قليلة حتى في الفترة الرطبة، وتتحمل فقدان الماء بنسبة كبيرة دون أن تفقد قدرتها على النمو، والضغط الازموزي مرتفع مما يساعدها على امتصاص الماء حتى من التربة الجافة، والمجموع الجذري عظيم التطور، وتزيد كتلته عن كتلة مجموعها الخضري، وتمثلها بعض الأشجار مثل الزيتون والغضا *Haloxylon* وأنصاف الشجيرات مثل الشيح *Artemisia* وغيرها.

جـ ـ **نباتات غضة الأوراق**. تنمو في المناطق الجافة بعض النباتات ذات الأوراق المشابهة لأوراق نباتات المناطق الرطبة، فهي رقيقة طرية غير مغطاة بالأوبار وسريعة الذبول مثل نبات العاقول *Alhagi maurorum* وغيرها، ومعدل النتح في هذه النباتات مرتفع وذلك لأن المجموع الجذري متطور وعميق وقد يصل إلى أعماق ١٠ ـ ١٥ مترا وأكثر حيث الرطوبة مرتفعة، وفي أحيان كثيرة تصل جذورها حتى المياه الجوفية وتسمى هذه النباتات بالـPhreatophytes.

د ـ **نباتات تتفادى الجفاف**. وهي نباتات تعيش في المناطق الجافة ولكن فترة النمو الخضري عندها قصيرة (٣ ـ ٤ أشهر) وتقضي الفترة الجافة من السنة إما على شكل بذور كما في النباتات الحولية Ephemers، أو على شكل ريزومات أو أبصال وكورمات وغيرها كما في النباتات العشبية المعمرة Ephemeroids وهذه الزمرة النباتية واسعة الانتشار في المناطق الجافة كالصحاري والسهوب.

(جـ) **النباتات الوسطية Mesophytes**. وهي النباتات التي تمثل مكانا وسطا بين النباتات الجفافية والمائية، وتسود في المناطق الرطبة، وهذه الزمرة غير متجانسة فقسم منها قريب من النباتات المائية والقسم الآخر قريب من النباتات الجفافية، وأغلبها نباتات معمرة تحوي أنسجتها فراغات هوائية ولكنها قليلة بالمقارنة مع النباتات المائية،

وأوراقها كبيرة، تغطيها أدمة رقيقة، وقلما تكون الورقة مغطاة بالأوبار، ويتراوح الضغط الازموزي في العصارة الخلوية بين ١٠ ـ ٢٥، وغالبا ما يكون بين ١٠ ـ ١٥ ضغطا جويا.

ثالثا: الرياح Wind

للرياح تأثير كبير على نمو الأنواع النباتية وتوزعها، فالرياح الحارة الجافة لها تأثير ضار على النباتات وذلك عن طريق زيادة النتح، فإذا لم تستطع الجذور امتصاص كميات كافية من الماء للتعويض عن الماء الذي يفقد عن طريق النتح فإن ذلك يؤدي إلى ذبول النباتات الأمر الذي يلاحظ خاصة في المناطق الجافة. كما أن للرياح تأثير على نمو النباتات، فقد وجد أن النباتات المحمية من تأثير الرياح أفضل نمواً من تلك التي تعيش في أماكن غير محمية، لذلك فقد درج الفلاحون على إحاطة الحقول بمصدات شجرية إذ تبين أن محصول هذه الحقول يزيد في بعض الحالات بمقدار ١٥ ـ ٢٠٪ عن محصول تلك الحقول غير المحاطة، بالإضافة إلى ذلك قد تسبب الرياح الشديدة تكسير فروع الأشجار وربما اقتلاعها وخاصة تلك الأشجار سطحية المجموع الجذري.

وللرياح تأثير كبير على انتشار الأنواع النباتية إلى مسافات بعيدة عن مكان نموها (انظر فصل الانتشار) وهي عامل هام لنقل حبوب اللقاح من زهرة إلى أخرى بالإضافة إلى أثرها على عوامل المناخ الأخرى من حرارة ورطوبة وأمطار، وعلى انجراف التربة وخاصة في المناطق الجافة.

رابعا: الضوء Light

يعتبر الضوء واحداً من العوامل الضرورية لنمو النباتات، فإلى جانب كونه المصدر الرئيسي للطاقة اللازمة لعملية البناء الضوئي فإنه يؤثر على شكل وبنية وتوزع النباتات، ولكن الضوء، بشكل عام، يلعب دورا ثانويا بالمقارنة مع عوامل المناخ

الأخرى في توزع النباتات جغرافيا، ذلك أنه لاتوجد أية منطقة على سطح الكرة الأرضية لايتوفر فيها الضوء الكافي لنمو النباتات، وحتى في أعماق البحار والمحيطات (حتى عمق ٢٠٠م تقريبا) فإن الضوء لايعيق نمو بعض النباتات.

وتختلف علاقة النباتات بالضوء حسب الأنواع فبعض الأنواع لاينمو إلا في الظل بينما يتطلب البعض الآخر ضوءاً شديداً، وصنف Lundegardh ١٩٣١ النباتات حسب متطلباتها للضوء إلى المجموعات التالية:

١ - النباتات التي لاتحتاج إلى الضوء مطلقا وتشمل النباتات التي تعيش داخل التربة Edaphophytes والتي تعيش في أعماق البحار والمحيطات وبعض النباتات المتطفلة Endophytes التي تعيش داخل جسم الكائنات الأخرى.

٢ - النباتات التي تحتاج إلى شدة ضوئية منخفضة جدا كتلك التي تعيش في شقوق الصخور Endolithophytes والطحالب التي تعيش في الترب الرملية وغيرها.

٣ - النباتات المحبة للظل كالنباتات التي تنمو في الطوابق السفلية في الغابات شديدة الكثافة.

٤ - النباتات المتحملة للظل وهي ذات مدى واسع، وبعضها تبدأ بالإنبات في الضوء الضعيف ثم بعد ذلك تحتاج إلى شدة ضوئية مرتفعة.

٥ - النباتات المحبة للضوء مثال ذلك نباتات المناطق الصحراوية الحارة والمناطق الجبلية المرتفعة وغيرها.

وللنوبة الضوئية Photoperiod أو طول الفترة النهارية أهمية كبيرة في نمو النباتات وتكاثرها وبالتالي توزعها على سطح الكرة الأرضية، فتجارب Garner and Allard (١٩٢٠) بينت أن للنوبة الضوئية أهمية كبرى في تحويل النبات من الطور الخضري إلى

الطور التكاثري، ولكن هذا يختلف حسب النباتات التي تقسم من هذه الناحية إلى :

١ ـ نباتات النهار القصير : وهي النباتات التي لاتزهر (أوأن إزهارها يتأخر طويلا) إلا إذا كانت النوبة الضوئية أقل من ١٢ ساعة مثل بعض أنواع التبغ وقصب السكر وفول الصويا وغيرها .

٢ ـ نباتات النهار الطويل : وهي النباتات التي لاتزهر (أوأن إزهارها يتأخر كثيرا) إلا إذا كانت النوبة الضوئية أكثر من ١٢ ساعة مثل الشعير والسبانخ والحمص وغيرها .

٣ ـ نباتات النهار المحايد Day-neutral plants أو التي لاتتأثر بالنوبة الضوئية .

وينعكس طول النوبة الضوئية على توزع النباتات على سطح الكرة الأرضية ، فإذا نقلنا نباتات المناطق الاستوائية (حيث النوبة الضوئية قصيرة) إلى المناطق المعتدلة والتي تكون فيها النوبة الضوئية ، في فترة النمو الخضري ، طويلة ، نلاحظ أن جهازها الخضري ينمو بشكل جيد ولكنها لاتزهر في أغلب الأحوال ، ذلك أن النوبة الضوئية غير مناسبة لها ، لذا فإن بقاءها في هذه المناطق يصبح شبه مستحيل إلا إذا كان في مقدورها التكاثر والانتشار خضريا ، وكذلك الأمر في حال نقل نباتات المناطق المعتدلة إلى المناطق الاستوائية فإنها لاتزهر ويصبح استيطانها لهذه المناطق مستحيلاً ، إلا إذا كانت تتكاثر خضريا .

وهكذا نلاحظ أن معظم النباتات التي تعيش في المناطق الاستوائية ، حيث لايزيد طول النهار عن ١٣ ساعة هي من نباتات النهار القصير ، أما نباتات النهار الطويل فتعيش في المناطق التي تقع شمال وجنوب خط العرض ٦٠ ، وفي المناطق المعتدلة نجد نباتات النهار القصير ونباتات النهار الطويل معا ، وتزهر نباتات النهار القصير في أول الربيع ونهاية الصيف والخريف بينما تزهر نباتات النهار الطويل في نهاية الربيع وبداية الصيف ، أما الأنواع التي لاتتأثر بطول النهار والتي تزهر في ظروف فترات ضوئية مختلفة

إلى حد كبير فتنتشر في كل مناطق الكرة الأرضية.

خامسا: تغيرات المناخ في الماضي

إذا كان المناخ بصورته الحالية يؤثر في توزيع النباتات وتركيب الغطاء النباتي الحالي، فإننا لانستطيع أن نغفل أثر التغيرات المناخية في الماضي وخاصة العصور الجليدية التي لعبت دورا هاما في توزع النباتات وخاصة في العروض العليا في أوروبا وآسيا وأمريكا الشمالية، إذ أن الكثير من النباتات التي كانت واسعة الانتشار في هذه المناطق قبل العصور الجليدية قد تأثرت كثيرا بالتغيرات المناخية التي صاحبت الجليديات والتي حدثت في عصر البلايستوسين وكثير منها لم يبق إلا في أماكن قليلة لم يتغير مناخها كثيرا ويطلق على هذه الأنواع اسم البقايا المناخية Climatic relics.

وقد غطت الجليديات في العصور الجليدية الأربعة، (التي كانت متصلة مع الجليديات القطبية) كامل شمال أوروبا وجزءا من سيبيريا وشمال أمريكا الشمالية حتى خط العرض ٤٠ شمالا تقريبا، كما وجدت الجليديات في نصف الكرة الجنوبي في نيوزيلنده وفي الجزء الجنوبي من أمريكا الجنوبية، وكانت تفصل العصور الجليدية عصور بين جليدية تتراجع فيها الجليديات باتجاه القطبين، وقد استمرت العصور الجليدية الأربعة والعصور الثلاثة بين الجليدية حوالي ٦٠٠ ألف سنة.

وكان لطبوغرافيا المناطق التي تعرضت للجليديات أثر كبير في إعادة انتشار الأنواع النباتية التي كانت تسهل أو توقف انتشار هذه الأنواع، ويبين تاريخ الغطاء النباتي في شمال ووسط أوروبا خاصة هذا الأثر. فالسلاسل الجبلية ذات الاتجاه العام شرق - غرب أعاقت تراجع الأنواع النباتية المعتدلة إلى الجنوب أثناء اندفاع الجليديات كما أعاقت إعادة انتشارها إلى الشمال من الملاجىء التي كانت تعيش فيها في الجنوب والشرق وهذا قاد إلى إفقار فلورا هذه المناطق.

وتدل المعلومات المتوفرة (Wulff ١٩٤٤) على أن العصور الجليدية التي سادت في

شمال أوروبا ووسطها كانت تترافق في منطقة حوض البحر الأبيض المتوسط مع فترات ماطرة، مختلفة الشدة، أي كان يسود فيها المناخ الرطب، وعلى العكس فإن العصور بين الجليدية كانت تترافق مع فترات جافة نسبيا حيث يسيطر المناخ الحار والجاف. ويعتقد أنه في الفترات الماطرة التي ترافقت مع زحف الجليديات في شمال ووسط أوروبا، دخل إلى منطقة حوض البحر الأبيض المتوسط الكثير من الأنواع النباتية المعتدلة ساقطة الأوراق، واستقرت في المناطق الجبلية المرتفعة. أما النباتات التابعة لعنصر حوض البحر الأبيض المتوسط دائمة الخضرة فقد استقرت في السفوح الجبلية المنخفضة المحاذية للبحر، كما أخذت الأنواع التابعة للعنصر الإيراني - التوراني بالزحف إلى منطقة حوض البحر الأبيض المتوسط في الفترات بين الماطرة، أي أن توزع الأنواع والمجتمعات النباتية كان يتغير بين فترة وأخرى، كما أن الغطاء النباتي إلى الجنوب من البحر الأبيض المتوسط (الصحراء الكبرى والصحاري العربية) كان يتغير توزعه بسبب توالي فترات جافة ورطبة تتوافق مع العصور الجليدية والعصور بين الجليدية.

ولم يقتصر تأثير الجليديات على ذلك بل تعداه إلى التأثير في مستوى سطح البحر، ففي فترة العصور الجليدية كان ينخفض مستوى سطح البحر ويبتعد عن الشاطىء أحيانا بعشرات الكيلومترات، أما في العصور بين الجليدية فعلى العكس كان يرتفع مستوى سطح البحر.

وهكذا نجد أن توزع الأنواع والمجتمعات النباتية راجع لتأثير المناخ السائد حاليا والتغيرات المناخية التي مرت بها الأرض.

[٢] عوامل التربة Edaphic (Soil) Factors

للتربة أهمية بالغة في حياة النباتات ذلك أن التربة تشكل الوسط الذي تتثبت فيه النباتات وتجد فيه الماء والأملاح المعدنية والمواد العضوية اللازمة لنموها. وتختلف الترب عن بعضها في خواصها الفيزيائية والكيميائية وهذا بدوره ينعكس على الكائنات

الدقيقة التي تعيش فيها.

أولا: الخواص الفيزيائية للتربة

ا - عمق التربة Soil depth

إن لعمق التربة، الذي ينتج عن تأثير عوامل المناخ والعوامل الحيوية، أهمية كبيرة في حياة النباتات. ونتيجة لتأثير العوامل المناخية والعوامل الحيوية على الصخور الأم تتشكل ثلاث طبقات، الأولى سطحية وتتألف من جزئيات دقيقة هي التربة نفسها ويليها طبقة أخرى بدأ فيها التفتت ولكنه لم يكتمل وتسمى تحت التربة Subsoil ثم طبقة الصخور الأم التي لم تتأثر بفعل التفتت. وإن لعمق التربة تأثير على انتشار النباتات، ذلك لأن التربة السطحية غير العميقة لاتمتص إلا كميات قليلة من مياه الأمطار التي سرعان ما تتبخر بالإضافة إلى أنها لاتتمكن من تثبيت النباتات الشجرية والشجيرية، أما التربة العميقة، فعلى العكس، تمتص كميات كبيرة من مياه الأمطار وتحتفظ بالقسم الأكبر في الطبقات السفلية منها ولا تفقده بالتبخر وبالتالي توفر ظروفا أفضل للنباتات التي يتمكن مجموعها الجذري من التعمق فيها.

ب - قوام التربة Soil texture

يقصد بقوام التربة حجم الحبيبات التي تتألف منها التربة والتي تتراوح بين الحصى Gravel والطين Clay. ويوجد بعض التفاوت في تحديد حجم الحبيبات التي تتألف منها التربة ولكن الأحجام المعترف بها عالميا وفقاً لقرارات المؤتمر العالمي الأول لعلم التربة في عام ١٩٢٧، (انظر Daubenmire ١٩٧٤) هي كالآتي:

حصى خشن Coarse gravel قطره أكثر من ٥مم.
حصى ناعم Fine gravel قطره من ٢ وحتى ٥مم.
رمل خشن Coarse sand قطره من ٠,٢ وحتى ٢مم.
رمل ناعم Fine sand قطره من ٠,٢ وحتى ٠,٠٢مم.

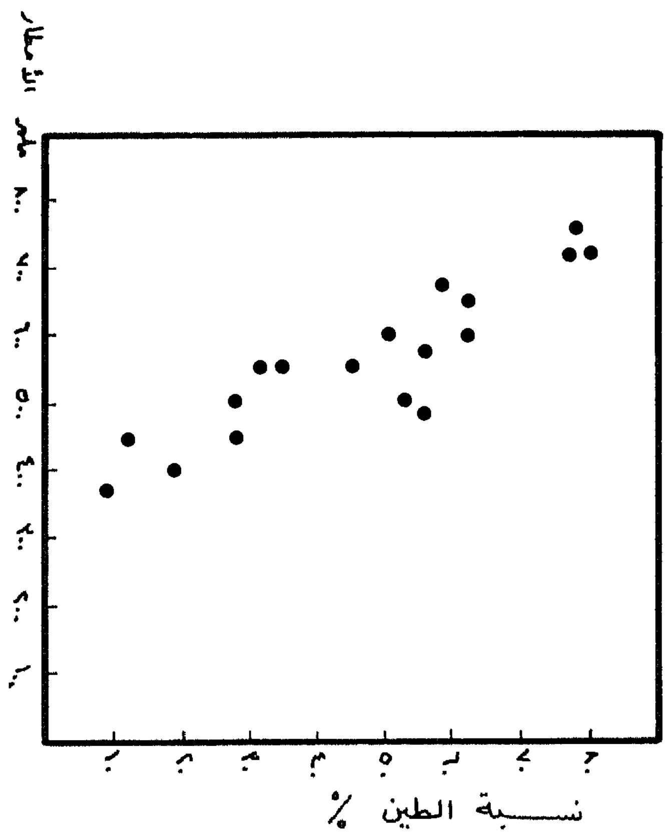
طمي (سلت) Silt قطره من ٠,٠٢ وحتى ٠,٠٠٢مم.
طين (صلصال) Clay قطره أقل من ٠,٠٠٢مم.

يعرف تقسيم الترب على أساس حجم الحبيبات المكونة لها بالتقسيم الميكانيكي أو الطبيعي، وتتفاوت الترب على أساس هذا التقسيم بين الترب الطينية أو الصلصالية Clay soils والتي تتألف أساسا من الطمي (السلت) والطين، والترب الطفلية أو اللومية Loamy soils والتي تتألف من حبيبات متوسطة الحجم ثم الترب الرملية Sandy soils وهي المؤلفة أساسا من حبيبات الرمل، أما الترب الحصوية فيسود فيها الحصى.

ولقد وجد المشتغلون بعلم النبات أن قوام التربة من أهم خواصها التي تؤثر على النبات من نمو وتوزع، فالترب الطينية هي ترب ثقيلة القوام حبيباتها متماسكة قليلة المسامية تغدو لزجة عند تشبعها بالماء وتتحول إلى كتل صلبة مندمجة عند جفافها لذا تعتبر صعبة في العمليات الزراعية، ومثل هذه الترب قليلة النفاذية للماء لذا فإن المياه لا تتسرب إلى أعماق كبيرة داخلها وتفقد قسما كبيرا من مياه الأمطار عن طريق الانسياب السطحي، وتحتفظ أيضا بالجزء الأكبر من الماء في طبقاتها العليا مما يعرض التربة للجفاف السريع نتيجة التبخر. وتتميز بالإضافة إلى ذلك بخاصيتها الشعرية الكبيرة فالماء يرتفع حتى يصل سطح التربة حيث يتبخر لذا فإنها تجف على أعماق كبيرة. ولكن من ناحية ثانية تمتاز هذه التربة بقدرتها الكبيرة على الاحتفاظ بكميات كبيرة من الماء الذي يصل إليها. وتعيق الترب الطينية اختراق الجذور السريع لها مما يحد من وصول جذور البادرات إلى طبقات التربة العميقة الرطبة قبل حلول الجفاف وتظهر أهمية ذلك في المناطق التي تهطل فيها الأمطار على فترات متباعدة، ففي مثل هذه الظروف غالبا ما تموت البادرات في فترة الجفاف لأن جذورها لم تتمكن من اختراق التربة ثقيلة القوام بسرعة قبل جفاف طبقات التربة العليا.

وتتوقف كمية الماء غير المتيسّر (غير المتاح) Unavailable water في التربة على قوامها وتتراوح بين ١٥ و٢٠٪ في الترب الطينية و١٪ في الترب الرملية، فالترب ثقيلة

القـوام، نظـرا لاحتـوائهـا على نسبـة مرتفعـة من الغـروانيـات، تحتفـظ بالماء، الذي لاتستطيـع الشعـيرات الجذرية امتصاصه، بنسبة أعلى بكثير من الترب الرملية. هذا وقد وجد الباحثون علاقة واضحة بين انتشار نوع معين من النباتات وكمية مياه الأمطار ونـوع الـتر بـة (شكل ٢٢)، فقد أوضح Smith ١٩٤٩ أن نبات السمر *Acacia tortilis* ينمـو في الـترب الـرمليـة، بالقـرب من الخـرطـوم في السودان، إذ كان متوسط الأمطار السنـويـة ١٥٠مم بينـما في الترب الطينية، في منطقة كسلا، يحتاج لمتوسط أمطار سنوية حوالي ٣٠٠مم.



شكل (٢٢) العلاقة بين توزع نبات الطلح وقوام التربة وكمية الأمطار في السودان.

أما الترب الرملية فتتميز بنفاذيتها العالية للماء الذي غالبا ما يصل إلى المياه الجوفية، كما أن قدرتها على الاحتفاظ بالماء ضعيفة وتتراوح بين ٢ و٥٪ حسب حجم الجزيئات المكونة لها، والخاصة الشعرية فيها ضعيفة لذا تجف منها الطبقة السطحية فقط أما الطبقات العميقة منها فغالبا ما تكون رطبة حتى في أيام القيظ، كما ولا تعوق نمو المجموع الجذري بالإضافة إلى تهويتها الجيدة.

جـ ـ النظام الهوائي والحراري للتربة

تتوقف كمية الهواء في التربة على خواصها الفيزيائية وعلى الظروف التي تتعرض لها، ويمكن القول بأنه كلما كانت التربة مفككة وحبيباتها كبيرة كلما كانت مساميتها وتهويتها أفضل وبالتالي يسهل وصول الأكسجين إلى جذور النباتات التي تنمو فيها، وكلما كانت التربة دقيقة متماكسة ودائمة التشبع بالماء كلما كانت سيئة التهوية.

إن لكمية الهواء في التربة أهمية قصوى للنباتات وللكائنات الدقيقة التي تعيش في التربة، ويؤدي سوء تهوية التربة إلى إعاقة إنبات البذور ونمو الجذور مما يؤثر على امتصاص الماء والأملاح المعدنية. فقد وجد الباحثون أن معدل نمو الجذور يضعف في معظم الأنواع النباتية عند زيادة رطوبة التربة إلى أكثر من سعتها الحقلية وذلك بسبب سوء تهويتها وبالتالي نقص الأكسجين اللازم لتنفس الجذور.

يختلف النظام الحراري للتربة باختلاف خواصها الفيزيائية، فالتربة داكنة اللون تسخن بسرعة أكثر من التربة ناصلة اللون، وكذلك تسخن التربة الجافة بسرعة أكثر من التربة الرطبة ذلك لأن قسما من الحرارة يذهب إلى تبخر الماء.

ولدرجة حرارة التربة وتهويتها أهمية كبيرة في توزع النباتات، فالترب معتدلة الحرارة تشجع إنبات البذور السريع أما الترب الباردة فتعيق الإنبات على الغالب، كما تؤثر درجة حرارة التربة تأثيرا كبيرا على نمو المجموع الجذري وعلى امتصاصها للماء والأملاح المعدنية. فانخفاض درجة الحرارة يحدث انخفاضا في قدرة الجذور على امتصاص الماء.ويتوقف هذا على نوع النبات، ولكن النباتات، بصورة عامة،

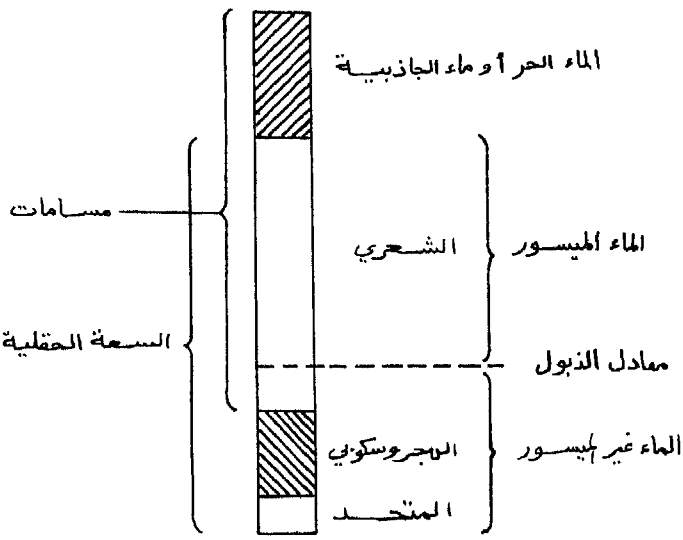
لاتستطيع امتصاص الماء من الترب المتجمدة رغم توفر الماء فيها مما يقلل كثيرا من إمداد النباتات بالماء وهذا ما يسمى بالجفاف الفيزيولوجي على نحوما يكون في المناطق الباردة في التندرا Tundra والتايجا (التايغا) Taiga وأعالي الجبال.

وتلعب درجة حرارة التربة دورا هاما في حياة الكائنات الدقيقة التي تعيش فيها والتي لها دور أساسي في تحلل البقايا النباتية وتحسين خواص التربة الفزيائية وزيادة خصوبتها، فبكتيريا التربة، مثلا، لاتبدأ نشاطها إلا إذا وصلت درجة حرارة التربة إلى ١٠ ـ ١٢°م ويقل أو ينعدم نشاطها دون هذه الدرجة.

د ـ رطوبة التربة Soil moisture

يوجد الماء في التربة بأشكال مختلفة. فبعد سقوط الأمطار الغزيرة أو الري، تتشبع الطبقة السطحية من التربة ويتسرب الماء الزائد إلى الأسفل خلال الطبقات الجافة من التربة بفعل الجاذبية الأرضية تاركا طبقة رطبة أثناء حركته، وإذا كانت كمية الماء كبيرة فإن الطبقة الرطبة من التربة تزداد سمكاً حتى تتصل مع الجزء دائم الرطوبة أومع المياه الجوفية. ويسمى الماء الذي لايمكن للتربة الاحتفاظ به ضد فعل الجاذبية الأرضية، والذي يستمر في التسرب حتى يصبح جزءا من المياه الجوفية، بالماء الحر أو ماء الجاذبية Free or gravitational water. والماء الحر يكون متيسرا للنباتات فقط عندما تكون الرخات المطرية متعاقبة في خلال فترة قصيرة كما يؤدي إلى سوء تهوية التربة ويطرد الهواء من بين جزيئاتها. وحينما يتوقف تسرب الماء إلى الأسفل، بتأثير الجاذبية الأرضية، تبلغ التربة سعتها الحقلية Field capacity وعندها تحتوي على الكمية المثلى من الماء اللازم لنمو النباتات. وماء التربة عند سعتها الحقلية هو مجموع الماء الشعري Capillary water والماء الهيجروسكوبي Hygroscopic water والماء المتحد Combined water وبخار الماء Water vapour (شكل ٢٣).

الماء الشعري هو الماء الذي تمسكه جزيئات التربة ويكون على شكل طبقات Films تحيط بجزيئات التربة وكذلك بصورة قطرات صغيرة معلقة في زوايا الفراغات بين جزيئات التربة وقد يملأ الفراغات الصغيرة، وتتراوح القوة التي تمسك بها



شكل (٢٣) رسم تخطيطي يوضح أشكال ماء التربة.

جزيئات التربة الماء الشعري بين ١ , ٠ و٣٠ ضغطاً جوياً، كما تشابه حركة وصعود الماء الشعري في التربة حركة وصعود الماء في الأنابيب الشعرية لذا فقد سمي بالماء الشعري. وتكون حركة الماء الشعري دوما نحو المناطق الأكثر جفافا (نحو سطح التربة). ويختلف ارتفاع الماء الشعري حسب قوام التربة، فكلما كانت جزيئات التربة دقيقة كلما كان ارتفاع الماء الشعري أكثر، وعليه فإن ارتفاع الماء الشعري في الترب الطينية أكثر منه في الترب الرملية.

ويملأ بخار الماء الفراغات بين جزيئات التربة حينما تكون خالية من الماء الحر أو الماء الشعري.

ويشكل الماء الهيجروسكوبي غشاء رقيقا جدا يلتصق بجزيئات التربة ولايتحرك بصورة سائلة، هذا وتتراوح القوة التي تمسك بها جزيئات التربة الماء الهيجروسكوبي بين ٣١ و١٠٠٠٠ ضغط جوي، هذا ولاتفقد التربة الماء الهيجروسكوبي إلا إذا

ارتفعت درجة حرارتها إلى ١٠٠ ـ ١٠٥°م ، ومن هذا يتضح أن النبات لايستفيد من الماء الهيجروسكوبي .

والماء المتحد هو الذي يدخل في تركيب ذرات التربة وللتخلص منه نحتاج إلى درجة حرارة عالية تصل أحيانا إلى ٧٠٠ درجة مئوية .

ولاتستطيع الجذور امتصاص كل الماء الموجود في التربة ، حيث يذبل النبات ويفقد القدرة على إبقاء خلاياه في حالة امتلاء بالرغم من أن التربة لاتزال تحتوي على قدر من الماء ، ويعرف الماء الذي لايستطيع النبات امتصاصه بالماء غير الميسور Non-available water وهو عبارة عن الماء الهيجروسكوبي والماء المتحد وجزء من الماء الشعري وبخار الماء (شكل ٢٣) ، وتعتبر التربة جافة عندما لايكون فيهامن الماء الميسور مايكفي لمنع النبات من الذبول الدائم ، ويطلق على النسبة المئوية للمحتوى المائي في هذه الحالة اسم معامل الذبول Wilting coefficient أو النسبة المئوية للذبول الدائم Permanent wilting percentage.

ويتوقف مقدار الماء غير الميسور على قوام التربة ويتراوح بين ١٪ في التربة الرملية الخشنة و١٥ ـ ٢٠٪ في التربة الطينية ثقيلة القوام ، وهكذا يتضح أن التربة الرملية بالرغم من قلة محتواها المائي عند تشبعها إلا أنها أكثر سخاء بمائها إذا قورنت بالترب الطينية .

وتعتمد كمية الماء غير الميسور في التربة أيضا على تركيز الأملاح الذائبة في التربة ، فقد يكون محلول الترب الملحية زائد التركيز وعندها لاتتمكن النباتات الوسطية Mesophytes من امتصاص الماء أو قد يكون محلول التربة قليل التركيز ولكن إلى حد لايسمح إلا بامتصاص القليل من الماء .

ويعرف المحتوى المائي للتربة في المدى بين السعة الحقلية (كحد أعلى) والنسبة المئوية للذبول الدائم (كحد أدنى) بالماء الميسور Available water أو ماء النمو Growth

water وهو الماء الذي يعتمد النبات عليه من أجل نموه.

وهناك عوامل عديدة تحدد كمية الماء الميسور في التربة أهمها كمية الأمطار إذ تزيد عادة كمية الماء الميسور في التربة بتزايد كمية الأمطار الهاطلة، إلا أن الأمطار التي تسقط على شكل رخات عنيفة ولفترات قصيرة قد لاتتيح الفرصة للتربة لامتصاص كمية كبيرة منها والقسم الأكبر من هذه الأمطار يضيع على شكل سيول سطحية. وتلعب التضاريس دورا هاما فالأراضي المرتفعة تفقد مياه الأمطار بسرعة بواسطة السيول السطحية بينما تتجمع المياه في الأماكن المنخفضة مما يزيد من الماء الميسور فيها. ويحدد معدل تسرب الماء إلى داخل التربة أيضا محتواها المائي، فمعدل التسرب مرتفع في الترب الرملية وقليل في الترب الطينية، وتلعب المياه الجوفية وعمقها ومستوى ارتفاع الماء الجوفي دورا في زيادة الماء الميسور في التربة أو نقصانه.

ويؤثر الماء الميسور في نمو الغطاء النباتي كمّا ونوعا وكذلك على توزع النباتات، ويظهر ذلك جليا في المناطق الجافة حيث يكون الماء عاملا محددا.

ثانيا: الخواص الكيميائية للتربة

للتربة تركيب كيميائي معقد ويتوقف على طبيعة الصخور الأم التي تشكلت منها التربة وعلى البقايا النباتية والحيوانية، ومن أهم مكونات الترب الكيميائية والتي تؤثر على حياة النباتات:

ا - الكوارتز Quartz والذي يشكل الجزء الأعظم من الترب الرملية.

ب - سيليكات الألومينيوم Aluminium silicate وهي المكون الأساسي للترب الطينية.

جـ - كربونات الكالسيوم والتي تسهم بدرجة كبيرة في تشكيل الترب الجيرية والكلسية Chalk and limestone.

د - الدُّبال Humus وهو مركبات عضوية نتجت من البقايا النباتية والحيوانية بعد

تفككها.

وتعتبر هذه المكونات الأربعة أهم العناصر المكونة للترب والتي يبنى عليها تصنيفها إلى ترب رملية Sandy soils وطينية Clay soils وكلسية Calcareous soils وعضوية Organic soils. إن ارتباط توزع النباتات بهذا التصنيف العريض للتربة واضح إلى درجة كبيرة، فالأنواع النباتية التي تعيش في الترب الرملية تختلف عن تلك التي تعيش في الترب الطينية أو الكلسية أو العضوية.

وتحتاج النباتات لكي تنمو طبيعيا إلى الكربون والأكسجين والهيدروجين وإلى عدد من العناصر الأخرى مثل النتروجين والفسفور والكبريت والبوتاسيوم والكالسيوم والماغنيسيوم والحديد والنحاس والمنغنيز والزنك والتي تحصل عليها من مركبات أملاح التربة على شكل أملاح ذائبة في محلول التربة، وطبيعي أن الترب تختلف بما تحويه من هذه العناصر. وتعكس أنواع النباتات التي تعيش في تربة معينة، ومقدار ما تبلغه من نمو وكذلك مظهرها الخارجي، صورة صادقة لخصب التربة أي لما تحويه الترب من هذه العناصر، وإن نقص أي عنصر من هذه العناصر يؤثر تأثيرا كبيرا على نمو النبات وتظهر عليه أعراض مرضية خاصة بكل عنصر.

وتنمو النباتات التي تتميز بسرعة النمو وبأحجام كبيرة في بيئات تتميز بخصوبة تربها ذلك أنها تحتاج إلى كميات كبيرة من العناصر الغذائية، أما النباتات بطيئة النمو وصغيرة الحجم وذات الاحتياجات القليلة من العناصر الغذائية فتنمو في بيئات ذات ترب فقيرة بهذه العناصر كما أنها قد لاتستطيع أن تنمو في البيئات ذات الترب الخصبة لأنها لاتتمكن من منافسة الأنواع التي تعيش في الترب الخصبة والتي تمتاز بقدرتها العالية على المنافسة (Mahmoud and Grime ١٩٧٦).

وتدل دراسة توزع النباتات على ارتباط أنواع معينة من النباتات بأنماط معينة من الترب التي تحتوي على العناصر الضرورية لنموها ولاتستطيع أن تعيش إلا على هذه الترب، وتعتبر مثل هذه الأنواع ذات أهمية كبيرة إذ يمكن عن طريقها معرفة نوع

التربة وتركيبها دون إجراء تحليل مسبق لها وتسمى هذه النباتات بالنباتات الكاشفة أو الدالة Indicators ومن أمثلتها :

ا - النباتات المحبة للنتروجين Nitrophytes or Nitrophylous plants

وهي النباتات التي تعيش على التربة الغنية بالمواد النيتروجينية وخاصة في الأماكن القريبة من سكن الإنسان ومن أمثلتها نبات القريص *Urtica* والبيلسان *Sambucus* وغيرها .

ب - النباتات الملحية Halophytes

وهي النباتات التي تعيش على الترب الملحية ، وقد بينت دراسات Keller ١٩٢٩ أن هذه النباتات ، مثل *Salicornia* و*Suaeda* ، تنمو بصورة أفضل في الترب الملحية منها في الترب قليلة الملوحة .

ويلعب الدبال Humus دورا كبيرا في تحديد درجة حموضة التربة ، ذلك لأن الدبال حامضي في تفاعلاته ويعزى ذلك إلى الأحماض التي تنتج أثناء عملية تفكك البقايا العضوية وإلى الأحماض التي تفرزها جذور النباتات ، وعليه فإن وجوده بكميات كبيرة وخاصة في الترب غير القلوية يجعل التربة أكثر حامضية . وتختلف النباتات كثيرا في درجة تحملها للترب الحمضية Acid soils والقلوية Alkaline soils لدرجة يمكن تمييز نباتات محبة للحموضة Calcifuges ونباتات محبة للقلوية Calcicoles ، ويرتبط توزع هذه النباتات ارتباطا وثيقا بأنواع الترب التي تناسبها . ففي الترب عالية الحموضة لانجد إلا النباتات المتخصصة والمحبة للحموضة منها النباتات آكلة الحشرات مثل ورد الشمس *Drosera* وخناق الذباب *Dionaea* وغيرها .

ولقد أوضحت الدراسات المتعلقة بكيمياء التربة أن زيادة حموضة التربة ينتج عنها زيادة في ذوبان الحديد والألومينيوم والمنغنيز في محلول التربة لدرجة تعوق نمو (وقد تقتل) النباتات القلوية ، وقد أوضحت دراسات Hadgson ١٩٧٢ أن النباتات التي تتحمل السمية الناتجة عن الحديد والألومينيوم بدرجة كبيرة هي النباتات التي تنمو في

بيئاتها الطبيعية في التربة الحاضمية ، أما النباتات التي يتأثر نموها بالسمية الناتجة عن هذه العناصر فإنها تنمو عادة في بيئاتها الطبيعية في الترب القلوية أو المتعادلة ، وقد أوضحت دراسات Mahmoud and Grime ١٩٧٦ نفس الظاهرة بالنسبة للنباتات الحمضية والقلوية فيما يتعلق بتحملها للسمية الناتجة عن المنغنيز.

ومن أمثلة التربة شديدة القلوية والتي تؤثر على توزع النباتات التربة التي توجد على شواطىء البحار والتي تتميز بارتفاع تركيز الأملاح في محاليلها ، تنمو في هذه التربة نباتات متخصصة هي النباتات الملحية ، ونظراً لاختلاف هذه النباتات في درجة تحملها للملوحة فإنها غالبا ما تنتظم في توزعها في نطاقات متتالية تبعا لاختلاف درجة ملوحة التربة ، ويظهر ذلك بوضوح في مستنقع رابغ في المملكة العربية السعودية (Mahmoud et al. ١٩٨٢).

٣ العوامل الحيوية Biotic Factors

لاتتأثر النباتات بعوامل البيئة المناخية والتربة فقط وإنما أيضا بالوسط الحيوي الذي يحيط بها . ويطلق على مجمل التأثيرات المتبادلة بين الكائنات الحية المختلفة اسم العوامل الحيوية Biotic factors تشمل هذه العوامل تأثيرات النباتات بعضها على بعض وتأثير الكائنات الدقيقة والحيوانات وكذلك الإنسان على النباتات . وسنتعرض فيما يلي إلى العوامل الحيوية التي تسود بين الكائنات وتأثيرها على حياة النباتات وتوزعها .

التطفل Parasitism

التطفل علاقة شائعة بين النباتات يعتمد فيها نوع نباتي على نوع آخر في الحصول على غذائه كليا (كاملة التطفل Complete parasite) أو جزئيا (نصف متطفلة Hemiparasite). وينتمي إلى النباتات كاملة التطفل الكثير من الأنواع الزهرية مثل الهالوك *Orobanche* و*Cistanche* والتي تتطفل على جذور النباتات ، والحامول *Cuscuta*

الذي يتطفل على المجموع الخضري للنباتات، والكثير من النباتات الدنيا مثل بعض الفطور (صدأ القمح *Puccinia graminis*). أما النباتات نصف المتطفلة فمن أمثلتها نبات الهدال *Loranthus curviflorus* (شكل ٢٤) الذي يتطفل على المجموع الخضري لنباتات الأكاشيا، والذي تقوم أوراقه الخضراء بعملية البناء الضوئي وبذلك يؤمن غذاءه العضوي ويحصل على احتياجاته الغذائية الأخرى من النبات العائل.



شكل (٢٤) نبات الهَدَال *Loranthus curviflorus* شبه المتطفل الذي ينمو على أشجار الأكاشيا في منطقة أبها.

ويضعف الطفيلي نمو النبات العائل ويجعله أقل قدرة على منافسة النباتات الأخرى أو قد يسبب موته وبذلك يحد من انتشاره وتوزعه، ونظرا للعلاقة الوثيقة بين النبات المتطفل والنبات العائل فإن مدى انتشار وتوزع النبات المتطفل يتوقف على مدى انتشار النبات العائل.

التكافـل Symbiosis

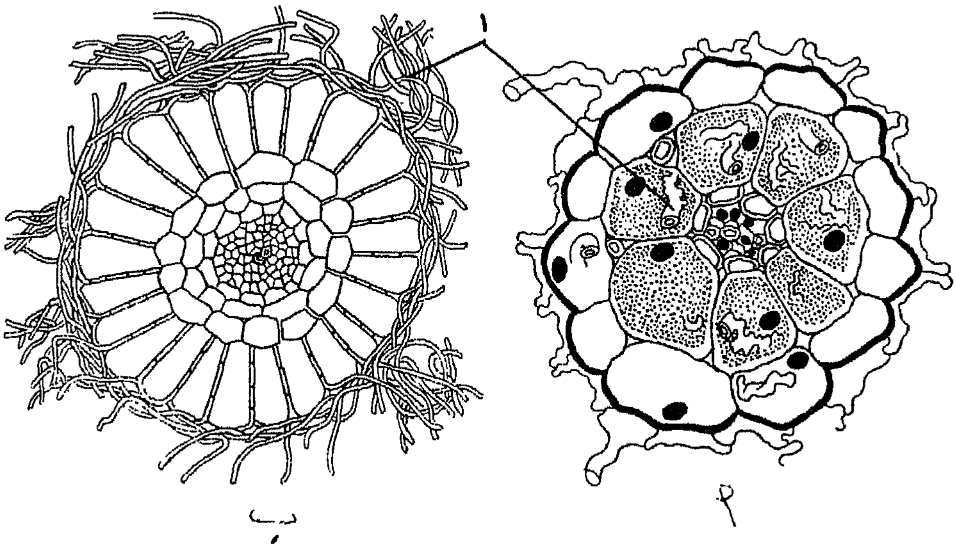
يتمثل التكافل في العلاقة بين نباتين يعيشان معاً، وهناك نوعان من صور التكافل هما التقـايض (المبـادلـة) Mutualism والمعـايشـة Commensalism. ففي الحـالة الأولى تدخـل النبـاتـات في مشـاركـة يستفيـد منها كل منهما ولا يمكن لأحدهما أن يستغني عن الآخـر ولا يستطيـع النمـو بدونه، ففي الأشنات Lichens مثلا، وهي كائنات متكافلة، تتركب من فطـر وطحلب يقـوم الطحلب بعمليـة البنـاء الضـوئي نظـرا لاحتوائه على اليخضـور Chlorophyll وبـالتـالي يؤمن المـواد الكربوهيدراتية للفطر، وفي المقابل يوفر الفطـر للطحلب المـاء والأمـلاح المعـدنيـة التي يمتصهـا من الـتربـة ويقوم بحمايته من الجفاف حيث تحيط خيوط الفطر بالطحلب، وتكون العلاقة، في أغلب الأحيان، بين الفطر والطحلب إلزامية بحيث يصعب استنبات أي من الشريكين بمعزل عن الآخر، لذا فإن وجود أي من الشريكين في منطقة معينة رهن وجود الشريك الآخر.

ومن أمثلة التقـايض أيضـا تلك العـلاقـة التي تتم بين النبـاتات القرنية، كالفول والـبرسيم، وبكتـيريـا العقـد الجـذريـة مثـل جنس *Rhizobium* والتي تعيش في عقد نسيجية على جذور النباتات القرنية، حيث تقوم البكتيريا بإمداد النبات بما يحتاجه من النيـتروجـين في صورة نيـتروجـين عضـوي تقـوم بتثبيته من نيتروجين الهواء، وتحصـل البكتـيريـا، بالمقـابـل، من النبـات على المـاء والأملاح والمواد الكربوهيدراتية وكذلك المأوى، وبفضـل هذه العـلاقة التكافلية تتمكن النباتات القرنية من النمو بصورة جيدة في الترب الفقيرة بالنيتروجين.

تعتمد بعض الأنواع النباتية في نموها على علاقاتها التكافلية مع الفطور الجذرية Mycorrhiza، فبعضهـا قد تحمـل بذوره الفطـر المناسب وبعضها الآخر لا تحمل بذوره الفطـر لذا فإن إنبـات البـذور ونمو البادرات يعتمد على توفر الفطر المناسب في التربة، والذي يدخل في علاقة تكافلية مع البادرة في أطوار حياتها الأولى، وفي مثل هذه الحالة فإن توزع مثـل هذه الأنـواع النبـاتيـة يحدده وجـود الفطر المناسب في التربة، وإن عدم وجود النبات في منطقة معينة قد يعزى إلى عدم وجود الفطر المناسب في تربها. ويوجد

نمطان من الفطور الجذرية:

ا - فطور جذرية خارجية Ectotrophic mycorrhiza تحيط خيوطها بالجذور من الخارج وتمتد في المسافات البينية بين خلايا النبات وتتكافل مع أنواع مختلفة من الأشجار مثل البلوط *Quercus* والصنوبر *Pinus* والدلب *Fagus* (شكل ٢٥).



شكل (٢٥) الفطور الجذرية.
أ - فطور جذرية داخلية ب - فطور جذرية خارجية
١ - خيوط الفطر

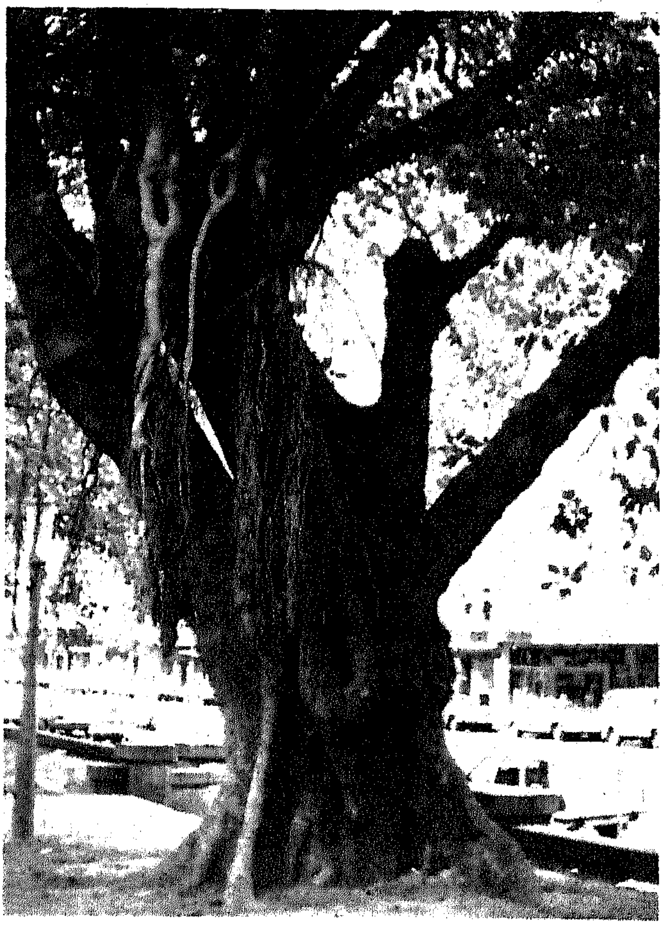
ب - فطور جذرية داخلية Endotrophic mycorrhiza حيث تتخلل خيوطها الخلايا وتتكافل مع أنواع القيقب *Acer*، كما وتوجد في جذور النباتات السحلبية Orchids وجنس *Erica*. ويحصل الفطر على احتياجاته من المواد العضوية من النبات، وفي المقابل تقوم خيوط الفطر مقام الشعيرات الجذرية وتمتص الماء والأملاح المعدنية وتقدمها للنبات، وقد أوضحت الدراسات أن بادرات الصنوبر *Pinus* لاتستطيع النمو في التربة التي تفتقر لأحد العناصر الغذائية المعدنية في غياب هذه العلاقة التكافلية.

ومن صور المعايشة بين النباتات العلاقة بين النباتات العالقة Epiphytes والنباتات التي تستخدمها كموقع تنمو عليها، ولكن النباتات العالقة لاتعتمد على النباتات التي تنمو عليها في الحصول على غذائها. ولاتسبب النباتات العالقة غالبا أية أضرار للنباتات التي تنمو عليها، ولكن في بعض الأحيان قد يصل حجم النباتات العالقة إلى حد كبير بحيث يتسبب في تكسير فروع النبات الذي تنمو عليه أو يعطل عملية البناء الضوئي. وتفضل بعض النباتات العالقة النمو على أنواع معينة من النباتات وبذلك يتوقف نموها وتوزعها على وجود هذه الأنواع، مثال ذلك نمو الحزاز الأسباني Spanish moss على أشجار البلوط *Quercus* لدرجة ترهق النبات بينما يكاد ينعدم نموه على الصنوبر *Pinus*، وكذلك نبات *Utricularia* الذي ينمو فقط في الماء الذي يتجمع في قواعد أوراق بعض النباتات المدارية الأمريكية من فصيلة Bromeliaceae.

ومن النباتات التي تتخذ من النباتات الأخرى مكانا للنمو وتؤثر في حياتها، النباتات نصف العالقة Hemiepiphytes الخانقة Stranglers (شكل ٢٦) مثل التين البنغالي *Ficus bengalensis* و*Foretusa*. وتنشأ هذه النباتات في موضع مفترق فرعين ثم تكون مجموعا خضريا صغيرا وجذورا هوائية تنمو إلى أسفل، وتنمو بعض الجذور محاذية وملاصقة لساق النبات الذي تنمو عليه ويتدلى بعضها الآخر حرا في الهواء، وبعد ذلك تتشابك الجذور الهوائية ويكتسب نبات التين قوة ويكتمل نمو مجموعه الخضري وتضغط الجذور المحيطة بالنبات الداعم على الساق الذي لايتمكن في مراحل لاحقة من زيادة قطره، وبالتالي يموت النبات الداعم مختنقا، وفي هذه الأثناء تكون شبكة الجذور الهوائية قد تحولت إلى دعامات تحمل أغصان التين التي تنمو بشكل كبير.

التنافس Competition

تتنافس النباتات فيما بينها على الضوء والماء والأملاح المعدنية في التربة وعلى احتلال المكان، وتشير الدراسات إلى أن قدرة أي نوع من النباتات على المنافسة ترتبط بخواصه البيولوجية، فمثلا من الخواص التي تساعد نوعا ما على النمو في منطقة، شدة



شكل (٢٦) التين البنغالي.

التنافس فيها مرتفعة، هو حجم البذور (Salisbury ١٩٤٢)، فالبذور كبيرة الحجم والتي تحوي كمية كبيرة من المواد المغذية تمنح النبات ميزتين هامتين قد تضعاه في وضع أفضل من حيث المنافسة، الأولى أن البذور الكبيرة ذات جنين كبير ينتج عنه بادرات كبيرة ذات مجموع خضري جيد النمو ويساعد على تكوين كميات كبيرة من المواد المغذية بفضل عملية البناء الضوئي، والثانية أن البذور الكبيرة تحتوي على كميات من المواد المغذية تساعد على سرعة نمو النبات في المراحل الأولى من نموه (Black ١٩٥٨،

Harper and Glatworthy ١٩٦٣، Harper ١٩٦٥، Harper and Obeid ١٩٦٧).

ومن أجل معرفة الخواص البيولوجية التي تساعد وتزيد من قدرة النباتات على المنافسة، اطلع Grime ١٩٧٣ على الكثير من الدراسات المتعلقة بالمنافسة بين النباتات والتي جرت سواء في المخبر أو الحقل (Greig-Smith ١٩٤٨، Olsen ١٩٢١، Palmer and Sager ١٩٥٣، Monsi and Saeki ١٩٥٥، Watt ١٩٥٨، Black ١٩٦٣، Black ١٩٦٠، Donald ١٩٥٨، Grime ١٩٦٣، Ellenberg ١٩٦٣، Maarel ١٩٧١) وقد خلص من تلك الدراسات بأن هناك أربع ميزات تميز النباتات ذات القدرة العالية على المنافسة وهي:

ا - قامة عالية.

ب - صورة نمو (غالبا ما تكون على شكل ريزومات كبيرة متشعبة، أو نمو عشبي في شكل كتلة ضخمة) تجعل النبات أكثر قدرة على استغلال البيئة فوق وتحت سطح التربة.

جـ - سرعة النمو.

د - قدرة كبيرة على ترسيب البقايا النباتية (Litter) فوق سطح التربة.

وتختفي الأنواع النباتية ضعيفة المنافسة في الأماكن التي تنمو فيها نباتات عالية القدرة على التنافس، لذا إذا انتقلت بذور النباتات إلى منطقة جديدة فلا يعني أنها قادرة على النمو فيها ذلك أن الأنواع الأكثر قدرة منها على المنافسة قد لاتسمح لها بالنمو وبذلك تحد من انتشارها.

وتلعب المنافسة دورا هاما في تحديد رقعة النبات ومدى انتشاره، فقد أوضحت دراسات Grime ١٩٧٣ وMahmoud and Grime ١٩٧٦ أن للمنافسة دورا هاما في

تشكيـل المجتمعـات النبـاتيـة وتحـديـد الكثـافـة النـوعية فيها (عدد الأنواع) Species density ، ففي البيئـات التي تسمـح بنمـو الأنواع عالية القدرة التنافسية تكون الكثافة النـوعيـة قليلة، أمـا في البيئـات غير المنـاسبـة والتي تقلل من نمـو الأنواع عالية القدرة التنـافسيـة فتتمكن النبـاتـات الأقـل قدرة على التنـافس من النمـو معها وبالتالي تزداد الكثافة النوعية.

في المجتمعات النباتية الكثيفة، يشكل كل نوع نباتي عقبة ميكانيكية تمنع أو تعيق من نمـو الأنـواع الأخرى في نفس المكان، وعندما تتنافس الأنواع المختلفة على المكان فإن ذلك يؤدي إلى تكسير الفروع وتساقط الأوراق.

تأثير النباتات على بعضها البعض من خلال إفرازها مواد مختلفة (أليلوبائيا Allelopathy)

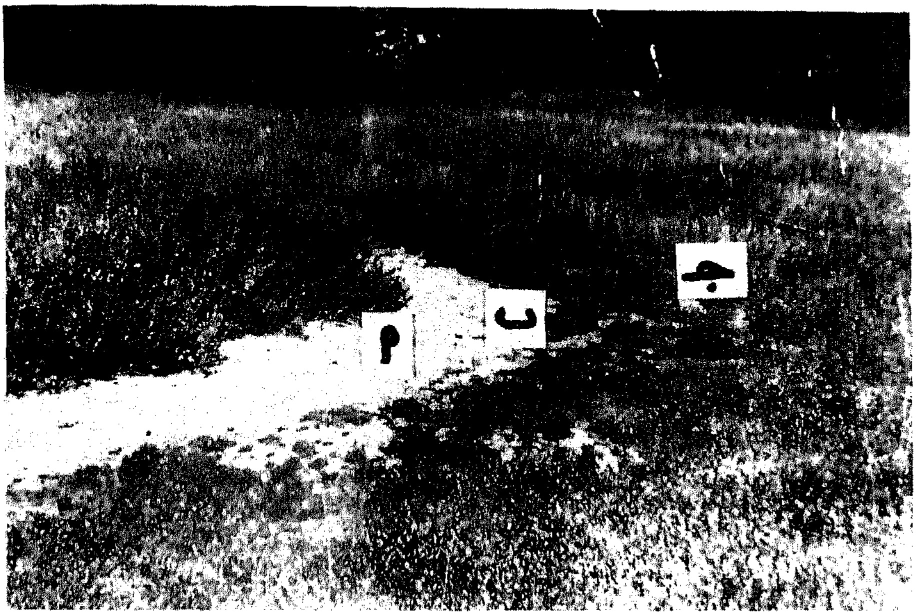
يعتبر ديكاندول De Candolle ١٨٣٢ من أوائل الباحثين الذين اقترحوا أن بعض النبـاتـات تفـرز مواد مختلفـة من جذورها تضر بنمو نباتات أخرى، فقد لاحظ مثلا أن نبـات *Cirsium* يضـر في الحقـل بنبات الشوفان *Avena* ، وكذلك الحلاب *Euphorbia* و*Scabiosa* يضران بنمو الكتان *Linum* ، كما يضر نبات *Lolium* بنمو القمح.

إن التأثيـرات بين النبـاتـات النـاتجـة عن إفـراز مواد كيميائية هي ما يعرف باسم Allelopathy ، وقد عرفها الباحث Molish ١٩٣٧ بأنها العلاقات الضارة والنافعة بين النبـاتـات بما فيها الكائنات الدقيقة والناتجة عن إفراز النباتات لمواد كيميائية، أما بعض البـاحثـين الآخرين مثل Martin and Rademacher ١٩٦٠ وMuller ١٩٦٦ فاستعملا هذا المصطلح للدلالة على الآثار الضارة التي يلحقها نبات راق بنبات راق آخر نتيجة لإفراز مواد كيميائية مثبطة للنمو يفرزها في الوسط المحيط، وعرف Rice ١٩٧٤ ظاهرة الـAllelopathy بأنهـا الأثـر الضـار الـذي يلحقـه نبـات بنبـات آخر (بما فيها الكائنات الدقيقة) عن طريق إفرازه لمواد كيميائية في الوسط المحيط.

وقد تفرز المواد الكيميائية من المجموع الجذري أو الخضري أو من كليهما أو من البذور أو الثمار، وتكون هذه الإفرازات في صورة سائلة أو صلبة أو غازية.

يعتقد الباحث Davis ١٩٢٨ أن عدم قدرة نباتات البطاطس والطماطم وغيرها على النمو تحت أشجار الجوز *Juglans regia* يعود لمادة الجوغلون Juglon التي تفرزها أشجار الجوز، وقد أوضح أنه إذا رويت النباتات بالماء الحاوي على محلول الجوغلون فإن نموها يسوء وغالبا ما تموت، وتفرز مادة الجوغلون من أوراق أشجار الجوز وتصل إلى التربة عن طريق مياه الأمطار التي تسيل من الأوراق والفروع وتصل إلى التربة. ودلت الدراسات المختلفة على أن عدم قدرة الكثير من النباتات العشبية على النمو بالقرب من نبات *Artemisia absinthium* يعود إلى المركب الكيميائي السام الذي تفرزه هذه الشجيرة (Funke ١٩٤٣). وتشير العديد من الدراسات إلى أن المجتمعات النباتية وحيدة النوع أو قليلة الأنواع ليست ناجمة عن القدرة التنافسية العالية لهذه الأنواع بقدر ما هي ناتجة عن الإفرازات الضارة التي تفرزها هذه النباتات. فقد أوضح Bell and Muller ١٩٧٣ أن نمو نباتات *Brassica nigra* في مجتمعات وحيدة النوع يعود للمواد السامة التي تستخلصها مياه الأمطار من بقايا هذا النبات التي ترسبت في العام المنصرم والتي تمنع نمو الأعشاب، وكذلك الأمر بالنسبة لنبات البوط *Typha latifolia* الذي يعيش في مجتمعات وحيدة النوع أيضا (Mc Naughton ١٩٦٨).

وأوضحت دراسات Muller ١٩٦٦ كيف أن الأعشاب لاتستطيع أن تنمو داخل منطقة شجيرات *Salvia leucophylla* و*Artemisia californica* في مناطق الأعشاب الحولية في كاليفورنيا في الولايات المتحدة الأمريكية وذلك بسبب إفرازهما للمواد السامة، ويحيط بالشجيرات منطقة خالية من النباتات تمتد من متر إلى مترين تقريبا (شكل ٢٧)، وتأتي بعد هذه المنطقة منطقة أخرى تمتد حوالي ٣ ـ ٨ أمتار تنمو فيها نباتات متفرقة من أنواع *Bromus mollis* و *Erodium cicutarium* و*Festuca megalura*، ثم يحيط بهذه المنطقة منطقة الأعشاب الطبيعية. من هذه الدراسة نرى أن تأثير المواد المعيقة التي تفرزها هذه الشجيرات قد امتد إلى أكثر من منطقة انتشار الجذور، كما أن لهذه المواد المعيقة للنمو تأثير انتخابي على النباتات.



شكل (٢٧) توزع أنواع مختلفة من النباتات بفعل ظاهرة الأليلوباثيا.

أ ـ منطقة خالية من النباتات ب ـ منطقة نباتات متفرقة جـ ـ منطقة الأعشاب الطبيعية

يتضح مما ذكر أعلاه أهمية ظاهرة الـAllelopathy في تكوين المجتمعات النباتية وتوزع النباتات. هذا ولايقتصر تأثير هذه الظاهرة على النباتات الراقية وإنما هي صفة منتشرة بين الكائنات الدقيقة التي تفرز المضادات الحيوية Antibiotics التي تؤثر في نمو بعضها البعض.

التأثير على الوسط

يمكن للنباتات أن تؤثر على بعضها من خلال تأثيرها على الوسط المحيط، فالنباتات السائدة Dominants في المجتمع النباتي، كالأشجار في الغابات، لها تأثيرات كبيرة على الوسط المحيط من درجة حرارة ورطوبة وشدة إضاءة وغيرها، وهذا ينعكس بدوره على الأنواع النباتية الأخرى وخاصة تلك التي تعيش في ظل النباتات السائدة.

تأثير الحيوانات على النباتات

للحيوانات تأثيرات متعددة على النباتات وذلك عن طريق:

ا - انتشار البذور والثمار إلى مسافات بعيدة (انظر فصل الانتشار).

ب - تخريب الغطاء النباتي عن طريق الرعي الجائر، وعن طريق التأثير على التربة وتغيير خواصها، فنتيجة لتأثير الرعي الجائر كثيرا ما تنقرض الأنواع النباتية التي ترغبها الحيوانات، أما الأنواع غير المرغوبة فتسود مثل نبات الخياسة *Peganum harmala* والحرمل *Rhazya stricta* والسنمكة *Cassia senna* وغيرها.

جـ - تأثير الحيوانات وخاصة الحشرات على التأبير (التلقيح) وغيرها.

وللإنسان تأثير بالغ على النباتات، ويزداد هذا التأثير عاما بعد آخر مع تقدم العلم وتطوره. وأهم أوجه تأثير الإنسان على النباتات هي التالية:

ا - تغيير المجتمعات النباتية عن طريق الاحتطاب أو قطع الغابات وتحويلها إلى أراض زراعية. وهناك عدد من المؤشرات التي تبين أن المنطقة المعروفة حاليا بالصحراء في شمال السودان كانت غنية بالغابات والأحراش.

كما تبين الدراسات (Khanbekov ١٩٨١) أن ثلثي غابات أفريقيا قد قطعت أو حرقت في الـ ٣٠٠ سنة الأخيرة بفعل الإنسان وتحول الغطاء النباتي الشجري الذي كان سائدا إلى سافانا Savanna أو صحراء، كما وأن الصحراء زحفت مئات الكيلومترات باتجاه السافانا والغابات.

ب - استصلاح الأراضي وخاصة في المناطق الجافة وإيجاد أصناف جديدة قادرة على تحمل الظروف غير المناسبة، وإنشاء مجتمعات نباتية جديدة عن طريق التشجير.

جـ ـ نقل البذور والثمار أو نقل النبات كاملا (انظر فصل الانتشار).

د ـ تأثير الإنسان على عوامل الوسط المحيط مما ينعكس على النباتات.

الباب الثاني

الرقعــة
AREA

- مساحة وشكل الرقعة
- أنماط الرقعة
- تشكـل الرقعة

يوجـد كل نوع نبـاتي على سطـح الكرة الأرضية بأعداد كبيرة من الأفراد Individuals تنتشـر على مسـاحـة معينـة من الأرض، وهـذه المساحة من الكرة الأرضية التي يعيش عليها النوع (أو أي وحدة تصنيفية أكبر كالجنس والفصيلة وغيرها) تسمى الرقعة Area geographica وبدون معرفة مساحة وحدود الرقعة لايمكن أن نصل إلى أية استنتاجات عن جغـرافيـة هذا أو ذاك من الأنـواع، ولهذا تعتبر الرقعة الموضوع الأساسي في دراسة جغرافيا النبات. بالإضافة إلى دراسة توزع الأنواع النباتية يمكن دراسة توزع العشائر النباتية Associations وبهذا فجغرافيا النبات تهتم بدراسة :

١ ـ رقعة الأنواع النباتية والوحدات التصنيفية الأكبر (الجنس، الفصيلة وغيرها).

٢ ـ رقعة العشائر النباتية ووحدات الغطاء النباتي الأكبر كالتشكيل Formation وغيره.

الفصـــل الأول

مساحة وشكل الرقعة

تختلف مسـاحـة رقعة الأنواع النباتية اختلافا كبيرا، ويتراوح مدى هذا الاختلاف بين أنـواع تنتشـر تقـريبـا على كامل سطح الكرة الأرضية وأنواع ينحصر انتشارها في منطقة صغيرة محددة.

ففي الحـالـة الأولى نحن أمام الأنواع الكونية Cosmopolitan والتي تشمل رقعتها جميـع قارات الكـرة الأرضيـة تقـريبـا، أمـا في الحالة الثانية فنحن أمام الأنواع المتوطنة Endemic والتي يقتصـر انتشـارهـا على منطقة محددة. وبين هاتين الحـالتين، نجد جميع المراحل الانتقالية.

الأنواع الكونية Cosmopolitan

وهي التي تشمـل رقعـة انتشـارها القسم الأعظم من سطح الكرة الأرضية، وهذه الأنـواع قليلة التخصص من حيث متطلبـاتهـا من الوسط المحيط فهي تستطيع أن تنمو وتتكـاثـر في الظـروف المختلفـة ولايعني عند التكلم عن الأنواع الكونية أن هذه الأنواع تعيش حيثـما توفـرت إمكانية الحياة للنبات، فمن الصعب أن نجد نوعا نباتيا يعيش في التندرا Tundra وفي المناطق الصحراوية الجافة وفي الغابات الاستوائية. . . الخ، ولذا **فإن المقصود عادة بالأنواع النباتية الكونية تلك الأنواع واسعة الانتشار التي تعيش على جميع القارات ولكن قد لا توجد في عدة مناطق.**

ويوجد في عداد الأنواع الكونية الكثير من النباتات الدنيا، وذلك لأن أبواغها صغيرة الحجم وقادرة على تحمل الظروف المختلفة وخاصة الجفاف الطويل، كما أنها سهلة الانتقال والإنتشار إلى مسافات طويلة، ومن هنا نجد أن الأنواع المكونة للميكروفلورا، (الفلورا الدقيقة) Microflora توجد تقريبا في كافة أجزاء الكرة الأرضية.

ونجد ضمن النباتات العليا أن أكثر الأنواع الكونية هي من النباتات المائية وهذا يفسره التجانس النسبي للوسط المائي وسهولة الانتشار بواسطة الماء وانعدام الحواجز التي تحول دون انتشار الأنواع النباتية المائية، ومن أمثلتها البوط *Typha latifolia* والقصب *Phragmites* وأنواع لسان البحر *Potamogeton* وجرجير الماء *Nasturtium officinale* وعدس الماء *Lemna* و*Myriophyllum spicatum* وغيرها.

أما النباتات الأرضية الكونية فهي أقل بالمقارنة مع النباتات المائية وأغلبها أعشاب حولية ذات فترة نمو قصيرة توجد حول مناطق سكن الإنسان وقد ارتبط انتشارها بنشاط الإنسان نفسه ومن أمثلتها نذكر: *Poa annua* والنجيل *Cynodon dactylon* والسمار *Juncus bufonius* والقراص *Urtica urens* و*Urtica dioica* والسرمق *Chenopodium album* والنجمية *Stellaria media* وشرابة (كيس) الراعي *Capsella bursa-pastoris* والحلاب *Euphorbia helioscopa* ولسان الحمل *Plantago major* والهندباء *Taraxacum officinale* وغيرها.

هذا ويطلق اسم Eurychores على الأنواع واسعة الانتشار أي ذات المدى البيئي الواسع.

الأنواع المتوطنة Endemic

على العكس من الأنواع الكونية واسعة الانتشار هناك نباتات محدودة الانتشار، فإذا اقتصر انتشار النوع النباتي على منطقة محددة يسمى النوع متوطنا Endemic ،

والتوطن ناجم عن انعزال الأنواع وانعدام التبادل والانتقال إلى المناطق المجاورة، ولهذا نجد أن غالبية الأنواع المتوطنة توجد في الجزر والجبال المرتفعة، ومن أمثلة الأنواع المتوطنة نوع الصنوبر *Pinus eldarica* الذي وجد في القوقاز على مساحة لاتزيد عن ٥٠ هكتارا، ونوع آخر هو *Pinus stankeviczi* والمعروف في مكانين فقط في شبه جزيرة القرم، والتنوب *Abies gracilis* المعروف فقط في السفح الشرقي لكامتشاتكا، وفي جبال الألب نجد عددا كبيرا من الأنواع المتوطنة مثال الأنواع *Zahlbrueknera paradoxa* و *Songuisorba elodecandra* و *Daphne petraea* و *Saxifraga arachnoiclea* وغيرها. هذا ويمكن للأنواع المتوطنة أن توجد على أنواع معينة من الترب مثل الأنواع *Linarea cretacea* و *Silene cretacea* و *Artemisia hololeuca* التي ينحصر نموها في الترب الكلسية فقط في الجنوب الشرقي للجزء الأوروبي من الاتحاد السوفييتي.

ولكن ليست الأنواع النباتية المتوطنة فقط تلك التي توجد في نقطة معينة وإنما كل الأنواع التي لها رقعة محددة غير واسعة الانتشار، فمثلا يمكن التحدث عن الأنواع المتوطنة في سورية أو بلاد الشام أو في الصحراء العربية، كما ويمكن التحدث عن الأنواع المتوطنة لجزء من قارة أو حتى لقارة معينة مثل أمريكا الجنوبية أو استراليا وغيرها.

وتسمى الأنواع النباتية ذات الرقعة غير الواسعة بالأنواع محدودة الانتشار Stenochores ويرتبط انتشار هذه الأنواع بظروف محددة كالترب الحمضية والكلسية أو الرملية أو بعوامل مناخية معينة كالرطوبة الزائدة وغيرها.

وتتوقف مساحة رقعة الأنواع النباتية المختلفة على جملة من العوامل أهمها الخواص البيئية للنوع (أي متطلباته من الحرارة، ورطوبة الهواء، والتربة وغيرها) والخواص الفيزيائية والكيميائية للتربة، وخواص النوع البيولوجية (القدرة على الانتشار والتكاثر والمنافسة وغيرها)، فكل نوع نباتي إلى جانب كونه يتميز بخواص فيزيولوجية ومورفولوجية معينة فإن له مدى تحمل Tolerance range أو قدرة على النمو والتكاثر في ظروف خاصة، ولكن هناك بعض الأنواع التي تبدي القدرة على التكيف مع الظروف

المختلفة أي أنها تستطيع أن تعيش على مساحات واسعة، بينما البعض الآخر على العكس لاتكون له مثل هذه القدرة ولذلك فإن انتشاره ينحصر في المناطق التي تسود فيها الظروف المتكيف لها.

ويمكن أن يكون شكل (هيئة) الرقعة شديد الاختلاف ويتوقف على نفس العوامل التي تتوقف عليها مساحتها أي على مجمل الخواص البيولوجية والبيئية للنوع وعلى العوامل الفيزيائية ـ الجغرافية للمنطقة التي يعيش فيها النوع والتي تلعب الدور الرئيسي في تحديد شكل رقعة النوع. فكثير من الأنواع التي تعيش في النطاقات المعتدلة لنصف الكرة الشمالي لها رقعة متطاولة من الغرب إلى الشرق وضيقة من الشمال إلى الجنوب، وهذا يفسره تمايز العوامل الفيزيائية الجغرافية (وخاصة المناخية) إذ أنها تتغير بشكل سريع من الجنوب إلى الشمال بالمقارنة مع تغيرها من الغرب إلى الشرق ولهذا فإن الانتقال البسيط من الشمال إلى الجنوب غالبا ما يؤدي إلى تغيرات كبيرة في الظروف المناخية والتربة وغيرها.

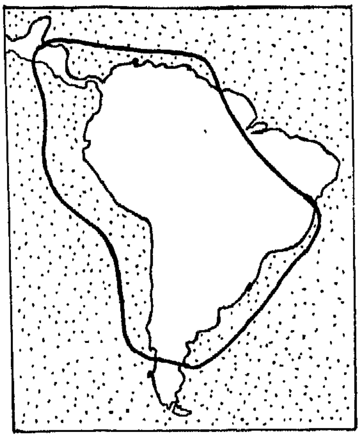
الفصـــل الثانى

أنمـاط الرقعـة

لكـل نوع نبـاتي منطقـة توزع جغرافي يمكنه النمو والتكاثر فيها، وتتأثر مساحة وشكل منطقـة انتشـار النوع بتاريخ النوع النباتي وقدرته على الهجرة والتكيف للظروف البيئية الجـديدة (مناخية، حيوية، تربة. . . الخ) التي يهاجر إليها، وبغض النظر عن مساحة وأبعاد الرقعة يمكن تمييز الأنماط الخمسة الأساسية التالية للرقعة.

١ ـ الرقعة المتصلة (المستمرة)
Continuous Area

عنـدمـا تكـون المنطقـة التي ينتشـر عليها النوع النباتي موحدة ومتصلة مع بعضها ولاتتجـاوز المسـافـة التي تفصـل بين أفـراد النـوع مدى انتشـار بذوره وثـماره أو وحداته التكـاثـريـة الأخـرى، تكـون رقعـة النـوع عنـدهـا متصلة، مثـال ذلـك الفصيلة Tropaeolaceae التي تنتشـر في كامـل أمـريكـا الجنـوبيـة (شكـل ٢٨) وكذلك الأنواع *Atropis maritimus* و *Juncus balticus* و *Lathyrus maritimus* التي تنتشـر في السبخـات الملحية Solonchack ناصلة اللون على شواطىء البلطيق (Szafer ١٩٥٢).



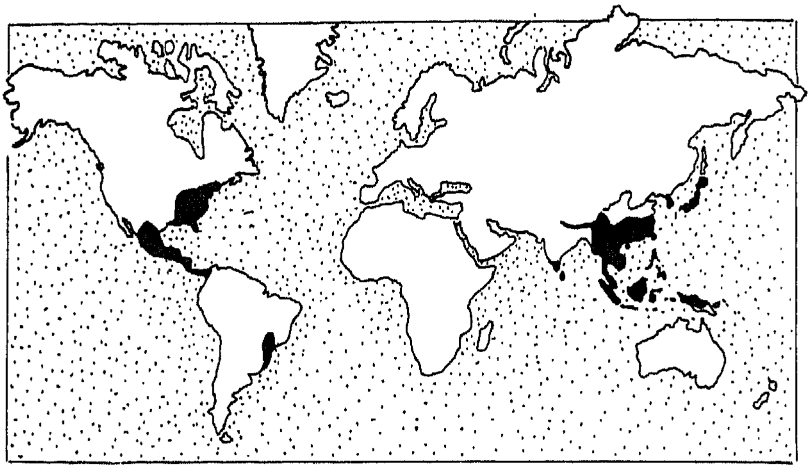
شكل (٢٨) رقعة انتشار فصيلة *Tropaeolaceae*.

٢ ـ الرقعة المتقطعة (غير المستمرة)
Discontinuous Area

تكون الرقعة في هذه الحالة منفصلة إلى جزئين أو أكثر، ويفصل بين الجزء والآخر مسافة أكبر من مدى انتشار بذور النوع أو ثماره، مثال ذلك الأنواع النباتية الألبية (التي تعيش في أعالي الجبال المرتفعة) مثل النوع *Arctous alpina* وأنواع الجنس *Saxifraga* والجنس *Gentiana* وغيرها والتي توجد في الجبال الأوروبية وجبال القوقاز وغيرها، وتنعدم كليا في السهول الفاصلة بين هذه الجبال، وكذلك نبات الماغنوليا *Magnolia* الذي يوجد في أمريكا الشمالية وجنوب شرق آسيا (شكل ٢٩)، ومثل هذه الأنواع من الخطأ أن تمثل أماكن وجودها (رقعتها) بخطوط متصلة وإنما الأصح على شكل نقاط مبعثرة.

أسباب تقطع الرقعة

تقطع الرقعة تحدده أسباب متعددة يتصل بعضها بالأحوال البيئية المعاصرة ويتصل البعض بالظروف التاريخية، وفي كثير من الحالات لايمكن تفسير ذلك انطلاقا من



شكل (٢٩) رقعة انتشار فصيلة الماغنوليا *Magnoliaceae*.

الظروف الحالية، وأسباب تقطع الرقعة يمكن إجمالها فيما يلي:

١ ـ مناخية، إذ يمكن نتيجة لتغير العوامل المناخية في جزء من الرقعة التي يحتلها النوع أن تموت أفراده في هذا الجزء وبالتالي تتقطع الرقعة المتصلة إلى جزئين أو أكثر.

٢ ـ يمكن أن تكون الهجرة Migration بالانتشار إلى مناطق جديدة وانقراض النوع في حدود رقعته القديمة سببا في تقطيعها. مثال ذلك الفلورا الألبية، ففي العصور الجليدية انحدرت الفلورا الألبية القديمة من أعالي الجبال نتيجة لتجمع الجليد وانحصرت في السهول الواقعة بين جبال الألب المغطاة بالجليد وبين الجليديات الشمالية الزاحفة نحو الجنوب، وبعد انحسار الجليد بدأت الفلورا بالصعود إلى قمم الجبال كما بدأت بالزحف نحو الشمال، ونتيجة لذلك حدث تقطع في الرقعة، حيث إن الفلورا الألبية قد انقرضت كليا في المناطق السهلية في أواسط أوروبا.

٣ ـ قد يكون تقطع الرقعة ناجما عن انخفاض جزء من اليابسة تحت سطح البحار والمحيطات وذلك حسب نظرية الجسور والتي تعتبر أن القارات كانت متصلة ببعضها

بواسطة جسور.

٤ ـ ويمكن لانزياح القارات وابتعادها عن بعضها أن يكون سببا في تقطع الرقعة (نظرية فيغنر Wegener) ويمكن انطلاقا من هذه النظرية تفسير تشابه الفلورا في أوروبا وأمريكا الشمالية وفي أمريكا الجنوبية وأفريقيا واستراليا وغيرها.

٥ ـ القفزات الانتشارية بالنسبة للنباتات الدنيا، إذ يمكن للأبواغ ذات الوزن الخفيف أن تحملها الرياح إلى مساحات بعيدة (انظر فصل الانتشار) وإذا تمكنت الأبواغ من النمو في المناطق الجديدة فإن ذلك يؤدي إلى تقطع الرقعة.

٦ ـ يلعب الإنسان دورا هاما في تقطع الرقعة وذلك عن طريق نقل الأنواع النباتية من موطنها الأصلي وزراعتها في مناطق جديدة مثال ذلك نبات الاغاف *Agave americana* إذ أن موطنه الأصلي في المكسيك ولكن الإنسان نقله إلى منطقة حوض البحر الأبيض المتوسط وبالتالي شكل له رقعة اصطناعية، وهناك كثير من النباتات الضارة التي نقلها الإنسان عن غير قصد مثال *Erigeron canadensis* الذي نقل عن طريق الإنسان من أمريكا الشمالية إلى أوروبا وغيرها. هذا وعند التكلم عن الرقعة المتقطعة لايقصد بذلك رقعة النوع فقط وإنما يمكن التكلم عن رقعة الوحدات التصنيفية الأكبر كالجنس والفصيلة وغيرها.

يمكن أن تكون أشكال التقطع مختلفة، ففي بعض الحالات تكون الرقعة مجزأة إلى أجزاء متعددة صغيرة ذات مساحات متقاربة وعندئذ تسمى الرقعة **منتشرة التقطع** Diffuse، وتكون الرقعة في حالات أخرى مؤلفة من جزئين الأول كبير رئيسي والثاني صغير ثانوي وتسمى عندها ثنائية التقطع Bipartite، كما ويمكن أن تكون جبلية التقطع Altitudinal حيث يوجد النوع في مناطق جبلية متباعدة، وأخيرا قد تكون الرقعة مؤلفة من جزئين كل منهما في أحد نصفي الكرة الأرضية عندها يسمى التقطع **ثنائي القطب** Dipolar (Polunin ١٩٧١).

٣ ـ الرقعة البقية (الباقية) Relic Area

إما أن تزداد مساحة رقعة أي نوع نباتي وتتوسع وإما أن تصغر تدريجيا ، فإذا كانت مساحة الرقعة خلال فترة طويلة من الزمن تصغر باستمرار وكأنها في طريقها إلى الزوال فنحن أمام الرقعة البقية Relic area والنوع الذي يعيش عليها يسمى نوعا باقيا Relic. وحسب رأي شرويتر Schroeter ١٩٢٦ (انظر Wulff ١٩٣٣) فإن الرقعة البقية عبارة عن بقية رقعة كانت في الماضي واسعة الانتشار، وبما أن الظروف البيئية وغيرها السائدة حاليا هي غير تلك التي كانت في زمن انتشارها الواسع ، فإن النوع يعيش في عدم تلاؤم مع الظروف الحالية وبالتالي فإن الرقعة التي يحتلها النوع الباقي هي في تقلص مستمر، ولكي تعتبر رقعة النوع باقية يجب أن تكون :

١ ـ محددة الانتشار ومتصلة .

٢ ـ النوع الذي يعيش عليها من الأنواع النادرة في المنطقة الموجود فيها .

٣ ـ الرقعة منعزلة وفي تقلص مضطرد .

وغالبا ما تعرف الرقعة الباقية عن طريق المستحاثات (الحفريات) مثل نبات الجينكو *Ginkgo biloba* الذي تبين مستحاثاته أنه كان واسع الانتشار، وحاليا يوجد بشكل طبيعي في مناطق محدودة في الأجزاء الغربية من جمهورية الصين الشعبية . وكذلك نباتا سيكويا *Sequoia* وتاكسوديوم *Taxodium* والتي تدل مستحاثاتها على أنهما كانا واسعي الانتشار في الماضي . ويمكن أن تظل رقعة النوع النباتي باقية تحت تأثير العوامل التالية :

١ ـ التغيرات المناخية الطويلة والمستمرة والتي تؤدي إلى انقراض النوع في حدود رقعته الأصلية واسعة الانتشار.

٢ ـ التغيرات الطبوغرافية للمكان الذي يشغله النوع أوتغيرات التربة الذي قد يؤدي خلال فترة زمنية طويلة إلى تغير صفات المكان الذي يشغله النوع.

٣ ـ التغيرات المرتبطة بالتزاحم بين الأنواع النباتية.

ويمكن تمييز ثلاثة أنماط من الرقعة الباقية (Polunin ١٩٧١ ، Wulff ١٩٣٣).

ا ـ بقايا التشكيلات النباتية Formation relics

وهي بقايا تشكيلات نباتية Formations كانت سائدة في وقت سابق، ونتيجة لتغير المناخ استبدلت بها تشكيلات أخرى، ولم يبق منها إلا بقايا تحتل منطقة محددة مثال ذلك العرعر *Juniperus foetidissima* والبتولا *Betula* التي توجد بشكل بقايا في غابات الزان *Fagus* في شبه جزيرة القرم، فنبات العرعر هو بقية التشكيلات النباتية التي سادت في القرم في الحقب الثالث، أما البتولا فقد سادت في تلك المنطقة في العصور الجليدية وطغت على تشكيلات النباتات التي كانت سائدة في الحقب الثالث. أما حاليا فإننا نجد كلا من العرعر والبتولا بشكل بقايا منتشرة ضمن غابات الزان واسعة الانتشار في شبه جزيرة القرم والتي زاحمت كلا من التشكيلات النباتية للعرعر والبتولا في الفترة التي تلت العصور الجليدية (Wulff ١٩٣٣).

ب ـ بقايا تغيرات التضاريس Geomorphological relics

وهي الأنواع النباتية الباقية والتي كانت تعيش في ظروف بيئية محددة ونتيجة لأسباب جيولوجية وتاريخية أصبحت تعيش خارج حدود هذه الظروف البيئية، مثل النباتات البحرية التي تعيش حاليا في البحيرات ذات المياه العذبة، والنباتات الشاطئية التي تعيش في أماكن جافة كانت فيها مضى شواطىء بحرية. ومن الأمثلة نذكر رقعة الصنوبر الالداري *Pinus eldarica* فهذا النوع ينسب إلى أنواع حوض البحر الأبيض المتوسط (مثل *Pinus halepensis* و *Pinus brutia* وغيرها) وهذه الأنواع تعيش على

شواطىء البحر عدا *Pinus eldarica* الـذي له رقعـة باقية في القوقاز، وحسب دراسات سوسنــوفسكي (Sosnoveski ١٩٢٨) فإن هذا النـوع كان ينمـو على شواطىء البحـر حيث يعتقــد أن مكــان هذا النبـات الحـالي يشكـل حدود شواطىء البحـر في الأدوار الجيولوجية القديمة.

جـ ـ بقايا مناخية Climatic relics

وهي أنواع نباتية ازدهرت في ظروف مناخية سابقة تختلف عن الظروف التي تعيش فيهـا حاليـا، وتعتـبر هذه الأنـواع صدى لتلك الظـروف التي كانت سائدة، مثل ذلك بعض الأنـواع النبـاتيـة التي تعيش حاليـا في الجـزء الجنـوبي الغـربي من القوقاز حيث الظروف المناخية قريبة من تلك التي كانت في الحقب الثالث، فدرجة الحرارة مرتفعة، وكـذلـك الأمطار، ورطوبة الهواء عالية، وهذه الظروف المناخية مكنت الأنواع القديمة من البقاء في هذه المنطقة، في حين أنها كانت في الحقب الثالث تحتل مساحات واسعة، ونذكر من هذه الأنواع *Pterocarya fraxinifolia* وكذلك *Rhododendron ponticum* وغيرها.

والبقايا النباتية تصنف عادة حسب عمرها إلى الزمر التالية:

ا ـ بقايا ما قبل الحقب الثالث (الميزوزوئيك) Pre-Tertiary relics.
ب ـ بقايا الحقب الثالث Tertiary relics.
جـ ـ بقايا جليدية Glacial relics.
د ـ بقايا ما بعد الجليدية Postglacial relics.

٤ ـ رقعة الأنواع ذات القرابة
Vicarious Area

وهي رقع تابعة لأنواع نباتية ذات صلات قرابة مع بعضها البعض Vicariads أي

أنها أنواع اشتقت من نفس الأصل وتحتل مناطق مختلفة.

ونجد في كثير من الحالات في المناطق الجبلية ونتيجة لانعزال بعض هذه المناطق أن النوع الذي يعيش على أجزاء الرقعة المختلفة (غير المتصلة) ينقسم إلى عدد من تحت الأنواع Subspecies وتتحول تحت الأنواع هذه بالتدريج إلى أنواع مستقلة تحتل رقعا مستقلة، وتتم عملية التمايز هذه بسرعة إذا كانت أجزاء الرقعة تقع في مناطق ذات مناخ مختلف وتتشكل نتيجة لذلك أنواع جديدة (مشتقة من أصل واحد) تحتل رقعا مختلفة، فهذه الأنواع والرقع التي تحتلها تسمى بالفيكارية أي ذات القرابة. مثال ذلك النوع *Myosotis sylvatica* الذي ينمو في الغابات والنوع *Myosotis alpestris* الذي نمو في الجبال. وهذه الأنواع التي تنشأ من أصل واحد تعتبر أنواعا متوطنة جديدة Neoendemics لهذه المنطقة.

ولاتنشأ الأنواع الفيكارية (ذات القرابة) نتيجة لانعزال المنطقة فقط وإنما يمكن أن تنشأ في حدود منطقة واحدة، أي أن رقع الأنواع ذات القرابة يمكن أن تكون متجاورة فإذا كان لدينا منطقة معينة ذات تربة مختلفة مثلا تربة سهبية سوداء Chernozem وأخرى كلسية، فإنه من الممكن أن ينشأ من نوع واحد أنواع جديدة متكيفة مع كل من هذه الترب مثال ذلك *Koeleria glauca* على الترب الرملية و*Koeleria gracilis* على الترب السهبية السوداء.

ويمكن أن يؤدي اختلاف الظروف البيئية إلى تشكل أنواع فيكارية مثال ذلك النوع *Scirpus lacustris* الذي يعيش في المستنقعات العذبة، والنوع *Scirpus tabernae-montanii* الذي ينمو في المستنقعات المالحة.

٥ ـ التوطن ورقعة الأنواع المتوطنة
Endemism and Endemic Area

تعيش بعض الأنواع النباتية أو الوحدات التصنيفية الأكبر كالجنس والفصيلة

وغيرها في رقعة محددة لاتزيد مساحتها عن مساحة إقليم أو جزيرة ولاتصادف في مكان آخر على سطح الكرة الأرضية، تسمى هذه الأنواع بالأنواع المتوطنة Endemics. تنتشر الأنواع المتوطنة في منطقة أو إقليم معين له ظروف مناخية وجغرافية تميزه عن المناطق أو الأقاليم المجاورة له، ولهذا نجد أن الجزر والجبال (كمناطق ذات ظروف متميزة) تحتوي على عدد كبير من الأنواع المتوطنة.

وتختلف بالطبع مساحة الرقعة التي تحتلها الأنواع والوحدات التصنيفية الأخرى، فالفصيلة قد تنتشر في قارة كاملة وتختفي في القارات الأخرى ومع ذلك يمكن اعتبارها فصيلة متوطنة في هذه القارة، أما النوع النباتي المتوطن فيحتل عادة منطقة محددة صغيرة، ومع ذلك فإن مساحة رقعة النوع المتوطن هي مفهوم نسبي إلى حد ما، فيمكن أن تكون كبيرة نسبيا أو صغيرة تقتصر على مساحة معينة في منطقة ما.

ويمكن تمييز نمطين من الأنواع المتوطنة، الأول ويشمل الأنواع النباتية القديمة التي كانت واسعة الانتشار في الأدوار الجيولوجية القديمة ولكن رقعتها انحسرت تدريجيا لأسباب متعددة مناخية أو طبوغرافية وغيرها، وتحتل الآن منطقة معينة محددة وتسمى هذه الأنواع «بالأنواع المتوطنة القديمة Paleoendemics» أي أن التغيرات الجيولوجية المترافقة بتغيرات مناخية أدت إلى موت هذه الأنواع في القسم الأعظم من رقعتها وبقي كل نوع في جزء من رقعته فقط بسبب عدم تغير الظروف في هذا الجزء من الرقعة. وتدل كثرة الأنواع المتوطنة القديمة على قدم المنطقة الموجودة فيها كما هي الحال في الجزر والسلاسل الجبلية القديمة. ومثال هذه الأنواع نذكر أنواع الجنس سيكويا *Sequoia* والذي يحوي نوعين فقط هما *Sequoia gigantea* و *Sequoia sempervirens* يوجدان حاليا في أمريكا الشمالية خاصة على الساحل المطل على المحيط الهادي، وتدل المستحاثات التي وجدت لهذا الجنس على أنه كان واسع الانتشار في جميع أجزاء المنطقة المعتدلة الشمالية في أوروبا وآسيا. هذا ويمكن أن تكون الأنواع المتوطنة القديمة أنواعا باقية ولكن لايتطابق دائما هذان المفهومان إذ أن النوع الباقي Relic يمكن أن يكون واسع الانتشار وغير محصور في منطقة معينة. والأنواع المتوطنة القديمة غالبا ما تكون فقيرة بالأنماط البيولوجية ومتكيفة لنمط معين خاص من المناخ والتربة ضيق

جدا .

أمـا النمـط الثـاني فهو الأنواع المتوطنة الحديثة Neoendemics وتختلف عن الأنواع المتوطنة القديمة بأنها حديثة التشكل ولم يسمح الوقت بعد لانتشارها وتوسيع رقعتها .

وتكثـر الأنـواع المتـوطنـة الحديثة في المناطق الجغرافية التي أصبحت صالحة للحياة منذ فترة غير بعيدة كالمناطق التي غطتها البراكين منذ فترة ليست بعيدة أو المناطق التي تراجع عنها الجليد مثل شمال أوروبا وأمريكا الشمالية . ومن أمثلة المناطق التي تكثر فيها الأنـواع المتـوطنة الحديثة منطقة رأس الرجاء الصالح (الكاب Cape) إذ أنها تعتبر حاليا منطقة منعزلة مناخيا عن المناطق المجاورة لها من أفريقيا ولهذا فهي غنية بالأنواع المتوطنة الحـديثـة ، وكـذلـك الأمـر في غرب اسـتراليـا المعـزولـة عن بقيـة أجـزائهـا بالمنـاطق الصحراوية .

ولهـذا عنـد دراسـة الأنـواع المتـوطنـة لمنطقـة ما لا بـد من تحديـد أصل وعمر هذه الأنـواع ، وذلـك لمعرفة قدم فلورة المنطقة من ناحية والتغيرات التي مرت بها والتي أدت إلى تطور فلورة المنطقة من ناحية أخرى .

إن نسبة الأنواع المتوطنة تختلف اختلافا كبيرا من منطقة لأخرى ، فمثلا في بعض المنـاطق السهبيـة في الاتحـاد السـوفييتي نجـد أن هذه النسبـة قريبة من الصفر، بينما في جزيرة القديسة هيلانة St. Helena تصل إلى ٨٥٪ وبشكل عام تكثر الأنواع المتوطنة في الجزر والسلاسل الجبلية القديمة وتصل إلى ٧٥٪ في نيوزيلندا و٨٥٪ في جزر هاواي ، وحوالي ٢٠٪ في جبال القوقاز.

الفصل الثالث

تشكل الرقعة

عند دراسة تشكل الرقعة، يتبادر إلى الذهن قبل كل شيء طريقة انتقال النوع وتوسيع مساحة رقعته، فدراسة رقعة الأنواع النباتية الحالية تبين أنه من الصعوبة تفسير تشكل الرقعة انطلاقا من الظروف السائدة حاليا. وإن شكل الرقعة هو نتيجة للتغيرات التي مرت بها الكرة الأرضية خلال العصور الجيولوجية المختلفة. وقبل استعراض النظريات المختلفة التي تحاول تفسير تشكل رقعة الأنواع النباتية لابد من التعرض لفكرة المنشأ الوحيد والمنشأ المتعدد للأنواع والزمر التصنيفية الأعلى.

يفسر بعض الباحثين وجود النوع في منطقتين منفصلتين بتعدد منشأ النوع النباتي، وحسب هذه النظرية يمكن نشوء أنواع متشابهة في أجزاء مختلفة من الكرة الأرضية. فمثلا حسب رأي فيترهان (Wetterhan ١٨٧٢)، الذي يعتبر أول من قال بهذه النظرية، أنه تحت تأثير التغيرات البطيئة في تركيب النبات والحفاظ على الصفات الجديدة المناسبة يمكن أن ينشأ في مناطق متباعدة (مثلا المنطقة القطبية والمنطقة الالبية) أنواع متشابهة كليا. ويؤيد الباحث بونييه Bonnier ١٨٨٠، هذه النظرية ويقول إنه من الخطأ الافتراض أن فردين نباتيين يجب أن يكونا مرتبطين مع بعضهما بالمنشأ، أي ظهرا في دور جيولوجي واحد. أما الباحث Briguet ١٩٠٥، فيفترض أن هناك إمكانية حدوث طفرات تؤدي إلى نشوء نوع نباتي واحد في مكانين مختلفين ولكن جميع هذه الافتراضات لم تجد إثباتا حتى الآن (انظر Wulff ١٩٣٣).

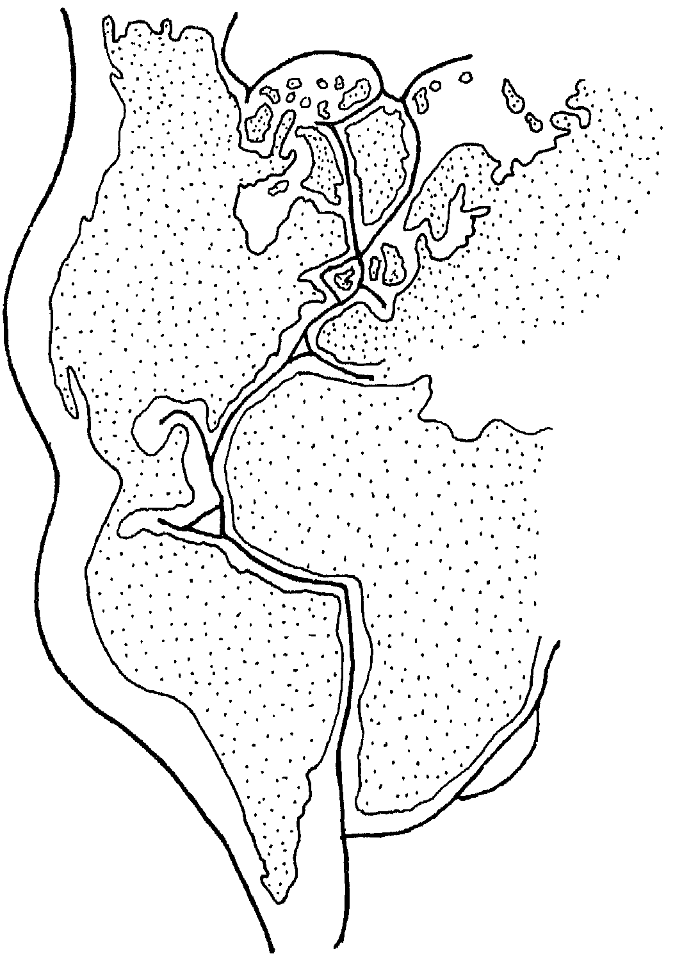
أما الاتجاه الآخر فيعتبر أن النوع النباتي ظهر في منطقة معينة ومنها بدأ بالانتشار

وهكـذا فالنـوع عنـد نشـوئـه احتل رقعة محددة وبعد ذلك بدأ بتوسيعها حيث الظروف مناسبـة لذلـك. وهـذا الاتجـاه هو المقبـول لدى أغلب الباحثين. ولكن إذا كان الأمر كذلـك فكيف يمكن تفسـير تقطـع الرقعة؟ ومن هنا نشأت عدة نظريات لتفسير ذلك أهمها (Wulff ١٩٣٣):

١ ـ الانتشـار بعيـد المدى، فكل نوع نباتي يسلك وسائل معينة للانتشار وبالتالي توسيـع الـرقعـة التي يعيش عليهـا. ومن أهـم العـوامـل التي تساعد على انتشار النوع النباتي هي الرياح، والماء والحيوانات والإنسان، ومما لاشك فيه أن انتشار النوع يحتاج إلى فترة طويلة حتى يصل إلى مناطق جديدة وخاصة الأنواع الكونية التي توجد على جميع القارات.

٢ ـ نظـريـة الجسـور، وحسب هذه النظـريـة فإن منطقة التوزع الجغرافي كانت متصلة عن طريق جسـور بين القـارات ولأسبـاب مختلفـة انقطعت هذه الجسور مما أدى إلى تقطع الرقعة، وعن طريق هذه النظرية يمكن تفسير تشابه فلورة استراليا وجنوب أفريقيا أو أفريقيا والهند.

٣ ـ نظرية انـزياح القارات، وحسب هذه النظرية التي وضعها الباحث فيغينر Wegener كانت القـارات تشكـل في الحقب (الـدهر) القديم Paleozoic قارة واحدة تدعى Pangaea وكانت هذه القارة محاطة من كافة الجهات بمحيط كبير واسع، وحسب رأيه فإن هذه القارة كانت موجودة حتى في العصر الترياسي ثم بدأ انزياح القارات في الجوراسي وذلك نتيجة تصدع الـ Pangaea في خطين طوليين الأول بين أوروبا وأفريقيا من جهة والأمريكتين من جهة ثانية والثاني بين أفريقيا والهند (شكل ٣٠) ونتيجة لذلك تشكـل المحيط الأطلسي والهنـدي. هذا وإن الانقـطاع الكامل بين أفريقيا وأمريكا حصل في الحقب الثالث (أي بعد عصر الإيوسين)، كما أن أفريقيا كانت متصلة بالهند خلال مدغشقـر حتى بداية الحقب الثـالـث وانقطع هذا الاتصال في عصر الإيوسين نتيجة لحركة الهند نحو الشمال. كما أنه في الجوراسي حصل انقطاع استراليا عن الهند وسيلان كما انفصلت قارة القطب الجنوبي Antarctica عن جنوب أفريقيا وخلال الحقب



شكل (٣٠) الجزء الغربي من قارة البانجيا Pangaea ويظهر فيها التصدع في خطين طوليين.

الثـالث انقطعت الصلة كليـا بين اسـتراليـا والقطب الجنـوبي وبقيت صلة القطب الجنوبي مع أمريكا الجنوبية حتى بداية الحقب الرابع . وخلال العصور الجليدية حصل انفصال غرينلاند عن أمريكا الشمالية وأوروبا .

مركـز النشـأة

تقـوم دراسـة رقعـة الأنـواع أو الأجنـاس أو الوحدات التصنيفية الأكبر إلى تحديد مركز الرقعة والذي يرتبط بمكان النشوء Birth place (أنظر أعلاه) وأول من تعرض إلى مفهـوم المـركـز هو البـاحث Briguet (١٩٠٢ ـ ١٩٠٥) وكـان قد خص به مركـز رقعة الجنس وليس النوع، ويتضمن هذا المفهوم افتراضين:

ا ـ أن للجنس نقطة منشأ جغرافية.
ب ـ أن الجنس انتشر من هذا المنشأ.

وبهـذا يوجـد نوعـان من المـركـز: مركز النشأة Centre of origin ومركز الانتشار Centre of dispersal. وهنـاك مركـز التنوع Centre of variation ويعني به الرقعة التي يكـون فيها عدد أنواع الجنس كبيرا، إضافة إلى نوع رابع وهو مركز التردد Centre of frequency وفيه يكون عدد أفراد النوع كبيرا.

ويمكن لمركز النشأة ومركز الانتشار أن يتطابقا في حالة كون النوع قد ظهر منذ فترة زمنيـة غير بعيـدة في نقطـة معينـة ومنها بدأ بالانتشار في جميع الاتجاهات ابتداء من هذه النقطـة. أمـا الأنـواع القـديمـة فإنهـا تعـرضت إلى تغـيرات عديـدة خلال العصـور الجيولوجية المختلفة وقد يوجد مركز النشأة في الوقت الحالي خارج حدود رقعتها الحالية، وتحديد مركز النشأة في هذه الحالة يكون عن طريق الحفريات (المتحجرات Fossils).

أمـا إذا كانت النبـاتات لم تحفظ على شكل حفريات كالنباتات العشبية، فإنه من الصعوبة تحديد مركز النشأة إلا بوسائل أخرى منها تحديد مركز التنوع بالنسبة للأجناس ومركز التردد بالنسبة للأنواع.

فمثـلا لمعـرفـة نشأة جنس ما نلجأ إلى تحديـد أنواعه في رقعة انتشاره فحيثما تكون أنـواعـه كثيرة في نقطـة ما من رقعتـه فغـالبـا ما تكـون هذه النقطة هي مركز نشأة هذا

الجنس . . . مثـال ذلـك جنس *Paris* الـذي توجد أغلب أنواعه في الصين (موطن هذا الجنس) بينـما لا يـوجـد في أوروبـا إلا نوعا واحدا لذا فالأغلب أن يكون مركز نشأة هذا الجنس هو الصين. كما أن جنس *Armeria* الذي يضـم ٦٠ نوعا يوجد منها ٤٠ نوعا في حوض البحـر الأبيض المتـوسـط لذا يعتقـد أن مركـز نشأة هذا الجنس هو حوض البحر الأبيض المتوسط.

عناصـر الفلـورة Floristic Elements

تبـين الـدراسـات، في كثـير من الحـالات، أن الأنـواع النباتية التي تشكل فلورة منطقة ما بأنها غير متجانسة، ولكن هذه الأنواع يمكن وضعها في مجموعات بناء على صفـة مشـتركـة بينهـا ويطلق على هذه المجمـوعـات اسم عنـاصـر الفلورة Floristic elements وعادة يمكن تمييز العناصر التالية:

١ ـ العنصـر الجغـرافي Geographical element وهـو مجمـوع الأنواع النباتية التي تتطـابق كثـيرا أو قليـلا منـاطق انتشـارها الحالية مثال ذلك عنصر حوض البحر الأبيض المتوسط ويضـم جميع الأنواع النباتية المنتشرة في المناطق المحيطة بالبحر الأبيض المتوسط.

٢ ـ العنصـر الـوراثي Genetic element وهو مجموع الأنواع النباتية التي لها نفس المـوطن (المنشأ) أي التي ظهـرت في منطقـة جغرافية واحدة ومن ثم انتشرت إلى مناطق أخرى جديدة.

٣ ـ العنصـــر التـاريخي Historical element وهـو مجمـوع الأنـواع النبـاتيـة التي انتشرت أو ظهرت في منطقة معينة في نفس الفترة التاريخية.

الباب الثالث

الممالك الفلورية

Floristic Realms

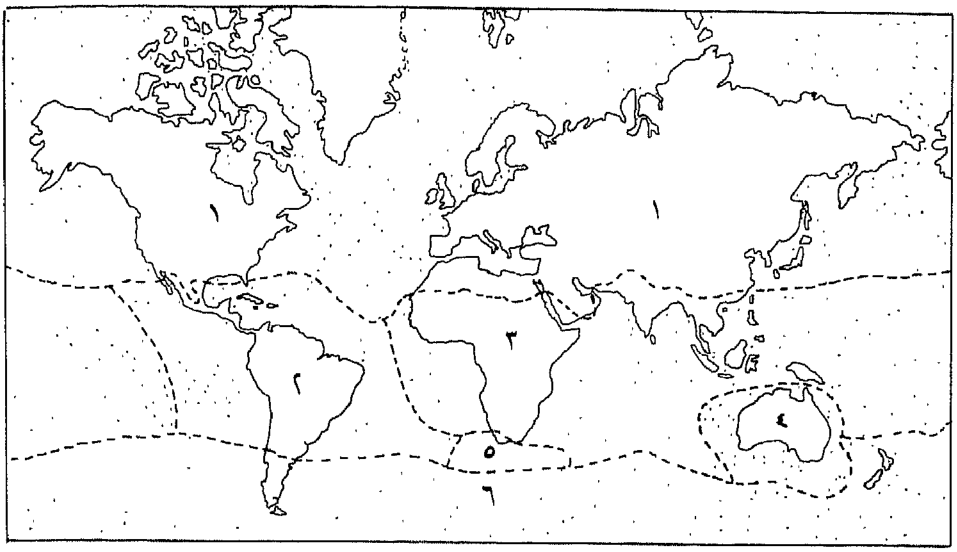
- المملكـة الشـمالية
- المملكة الاستوائية الجديدة
- المملكة الاستوائية القديمة
- المملكة الاسترالية
- مملكة الكـاب
- المملكة القطبية الجنوبية

يعتبر الغطاء النباتي للكرة الأرضية، نتيجة لعملية تطورية طويلة تمت تحت تأثير عوامل الوسط المختلفة سواء في الماضي أو الحاضر، فالتغيرات التي طرأت على قارات الكرة الأرضية وتبدل مكان القطبين وتغيرات المناخ المرافقة لذلك خلال الأحقاب الجيولوجية المختلفة أدت إلى تطور مختلف للفلورا في القارات المختلفة، وهذه الحوادث التاريخية أدت إلى تمايز الممالك الفلورية، وانطلاقا مع دراسات الباحثين (Schouw ١٨٢٢ وEngler ١٨٨٢ وTakhtajan ١٩٧٨ وWalter ١٩٧٣) وغيرهم فقد قسمت الكرة الأرضية إلى ستة ممالك فلورية (شكل ٣١) وهي:

١ ـ المملكة الشمالية Holarctic Realm

وتشمل هذه المملكة القسم الأكبر من نصف الكرة الشمالي، وحدودها المجاورة للمملكة الاستوائية تمتد من جنوب كاليفورنيا والمكسيك والجزء الجنوبي من فلوريدا وإلى جزر الرأس الأخضر وتجتاز الصحراء الكبرى والصحراء العربية وجبال إيران الجنوبية وعلى طول جبال الهيمالايا وتمر من جنوب الصين وتحاذي في المحيط الهادي خط العرض ٣٠ شمالا.

أما الحدود الجنوبية لهذه المملكة فتحددها رقعة عدد من الفصائل بعضها يوجد كليا في هذه المملكة والبعض الآخر له أجناس وأنواع توجد في ممالك أخرى. ومن الفصائل التي توجد في هذه المملكة دون غيرها نذكر الفصائل:



شكل (٣١) المالك الفلورية

١ ـ المملكة الشمالية
٢ ـ المملكة الاستوائية الجديدة
٣ ـ المملكة الاستوائية القديمة
٤ ـ المملكة الاسترالية
٥ ـ مملكة الكاب
٦ ـ المملكة القطبية الجنوبية

القيقبية Aceraceae ، الجرسيةCampanulaceae ، القرنفلية Caryophyllaceae ، الصليبية Cruciferae ، القمعية Cupiliferae ، الحوذانية Ranunculaceae ، الوردية Rosaceae ، الصفصافية Salicaceae ، Saxifragaceae ، Sparganiaceae والخيمية Umbelliferae وغيرها .

٢ ـ المملكة الاستوائية الجديدة Neotropic Realm

وتشمل المملكة الفلورية الاستوائية في أمريكا (الوسطى والجنوبية) المتضمنة شبه جزيرة كاليفورنيا وجزء من المكسيك والجزء الجنوبي من فلوريدا وكامل مساحة قارة أمريكا الجنوبية باستثناء الثلث الجنوبي من التشيلي وجزء صغير من جنوب الأرجنتين .

وتــوجــد أكثــر الفصــائــل المــوجــودة في هذه المملكــة أيضــا في المملكــة الاستــوائيــة القديمةPaleotropic مثل الفصائل :

الــزنـــجـــبـــيـــلـيـــة Zingiberaceae ، Gesneriaceae ، Ebenaceae ، Hymenophyllaceae (Meusel ١٩٤٣) وكــذلــك التــوتيــة Moraceae والسيكــاديــة Cycadaceae ولكن هنــاك بعض الفصــائل التي تقتصر على المملكة الاستوائية الجديدة مثــل Tropaeolaceae والفصــــائــل Marcgraviaceae وNolanaceae الفقـيرة بالأنـواع والأجنـاس وكذلك الفصائل الغنية بالأنواع مثل Bromeliaceae والصبارية Cactaceae التي يوجد منها بعض الأنواع التي تعيش في مدغشقر وأفريقيا .

٣ ـ المملكة الاستوائية القديمة Paleotropic Realm

وتأتي بعد المملكة الشمالية Holarctic من حيث المساحة والغنى بالأنواع النباتية ، وتشمـل أفـريقيـا باستثناء الجزء الشمالي منها ومنطقة الكاب (الجزء الجنوبي الغربي من أفـريقيـا) وجنـوب آسيـا ونيـوزيلنـدا . وينسب البـاحث Good ١٩٥٣ نيوزيلندا إلى المملكـة القطبيـة الجنـوبيـة Antarctic بينـما ديلس Diels ١٩٥٨ وغـيره ينسبـونها إلى المملكة الاستوائية القديمة .

وتحـوي الفصــائــل المشــتركــة بين المملكتـين الاستــوائيتين القديمة والحديثة مثل Cycadaceae ، Ebenaceae ، Moraceae وZingiberaceae عددا من الأنواع في المملكة الاستــوائيــة القــديمــة أكــبر مما تحتــويــه في المملكة الاستوائية الحديثة Neotropic. ومن الفصــائــل التي توجــد في المملكــة الاستــوائيــة القــديمة فقط نذكر Dipterocarpaceae وNepenthaceae وPandanacee وغيرها .

تقسم المملكــة الاستــوائيــة القــديمــة إلى قسمين الأول هندي ـ أفريقي ويشمل أفـريقيــا الاستــوائية ومدغشقر والجزء الغربي من الهند ، والثاني ماليزي ويشمل جنوب شرق آسيا واندونيسيا وشمال نيوزيلندا .

٤ ـ المملكة الاسترالية Australian Realm

وتشمل هذه المملكة كامل قارة استراليا وتاسمانيا Tasmania وتتميز بفلورة خاصة بها، إذ أن أغلب أجناسها متوطنة، ويوجد ١٥٪ فقط من أنواعها في المالك الأخرى ويمكن تقسيم فصائل المملكة الاسترالية إلى أربعة أقسام حسب رقعتها:

ا ـ الفصائل الاسترالية مثل الكازورينية Casuarinaceae.

ب ـ الفصائل المنتشرة في استراليا والمناطق المدارية وشبه المدارية مثل السذبية Rutaceae والآسية Myrtaceae وهذه الأخيرة تحوي أجناساً استرالية أو استرالية وماليزية غنية جدا بالأنواع مثل الكافور *Eucalyptus* و*Melaleuca*.

جـ ـ الفصائل الاسترالية ـ القطبية الجنوبية مثل فصيلة Proteaceae وفصيلة Araucariaceae وغيرها.

د ـ الفصائل ذات الانتشار الواسع في كامل قارات الكرة الأرضية مثل الفصيلة المركبة Compositae والنجيلية Gramineae والزنبقية Liliaceae وغيرها. وبعضها تضم أجناساً استرالية مثل جنس Xanthorrhoea (من الزنبقية Liliaceae) وهناك بعض الفصائل واسعة الانتشار ولكن أكثر أنواعها في استراليا مثل Droseraceae.

٥ ـ مملكة الكاب Capensis Realm

وهي أصغر مملكة فلورية ولكنها تحتوي على عدد كبير من الأنواع يقدر بحوالي ٦٠٠٠ نوع كما تحتوي على عدد كبير من الأنواع المتوطنة. وتحتوي هذه المملكة على فصائل ذات قرابة أو مشتركة مع الفصائل الموجودة في استراليا أو القطب الجنوبي أكثر منها مع المملكة الاستوائية القديمة. فمثلا يوجد ربع أنواع فصيلة Proteaceae وأغلب أنواع فصيلة Restionaceae في جنوب أفريقيا أما بقية الأنواع فتوجد في استراليا.

ومن الفصائل المتوطنة في الكاب نذكر Penaceaceae و Fessolomaceae وهناك بعض الفصائل التي توجد في الكاب وفي مناطق أخرى مثل Ononaceae توجد في جنوب أفريقيا وفي شرق أفريقيا وفصيلة Hydrostachyaceae توجد أيضا في جنوب أفريقيا ومدغشقر وغيرها .

هناك بعض الفصائل واسعة الانتشار ولكن بعض أجناسها لاتوجد إلا في مملكة الكاب مثل :

فصيلة Aizoaceae (جنس *Mesembryanthemum*) وفصيلة Amaryllidaceae (جنس *Amaryllis* وجنس *Cilvia*) وفصيلة Asclepiadaceae (جنس *Stapelia*) وفصيلة Iridaceae (جنس *Ixia* وجنس *Freesia* وغيرها) .

٦ ـ المملكة القطبية الجنوبية Antarctic Realm

وتشمل هذه المملكة عدا قارة القطب الجنوبي ، التي تحوى عددا قليلا من النباتات ، الجزر المحيطية التي توجد خارج المملكة الاستوائية والتي تنتشر بالقرب من القطب الجنوبي وتشمل أيضا جزءاً صغيراً من أمريكا الجنوبية وبعض مناطق نيوزيلندا .

إن الوحدات التصنيفية المختلفة لهذه المملكة إما أن تكون واسعة الانتشار أو أنها متوطنة مثل فصيلة Myzodendraceae الموجودة في جنوب التشيلي فقط (Hooke ١٨٥٣) . ومن الأجناس القطبية نذكر *Acaena* ، *Azorella* ، *Gunnera* ، *Astelia* ، *Aristotelia* ، *Coprosma* ، *Poratia* ، *Drapetes* ، *Myzodendron* ، *Nothafagus* ، *Pratia* و *Tepualia* وغيرها .

الباب الرابع

نطاقات الغطاء النباتي

Vegetational zones

- النطـاق المـداري
- الصحـاري وأشبـاه الصحـاري شبـه الاستـوائيـة
- الغابات قاسية الأوراق
- الغابات ساقطة الأوراق
- السهوب
- منطقة الغابات المخروطية
- التنـدرا

يرتبط توزع الغطاء النباتي على سطح الكرة الأرضية، بنطاقات المناخ والتربة المختلفة التي تمتد من خط الاستواء وباتجاه القطبين، ونطاقات الغطاء النباتي في نصفي الكرة الأرضية، غير متماثلة، وذلك لأن كتلة اليابسة في نصف الكرة الشمالي تفوق مثيلتها في نصف الكرة الجنوبي الأمر الذي ينعكس بدوره على المناخ والنطاقات النباتية. فالصحاري الواسعة في نصف الكرة الشمالي لاتقابلها إلا مساحات صغيرة في نصف الكرة الجنوبي. والغابات المخروطية في المناطق المعتدلة الباردة لنصف الكرة الشمالي تنعدم تقريبا في نصف الكرة الجنوبي.

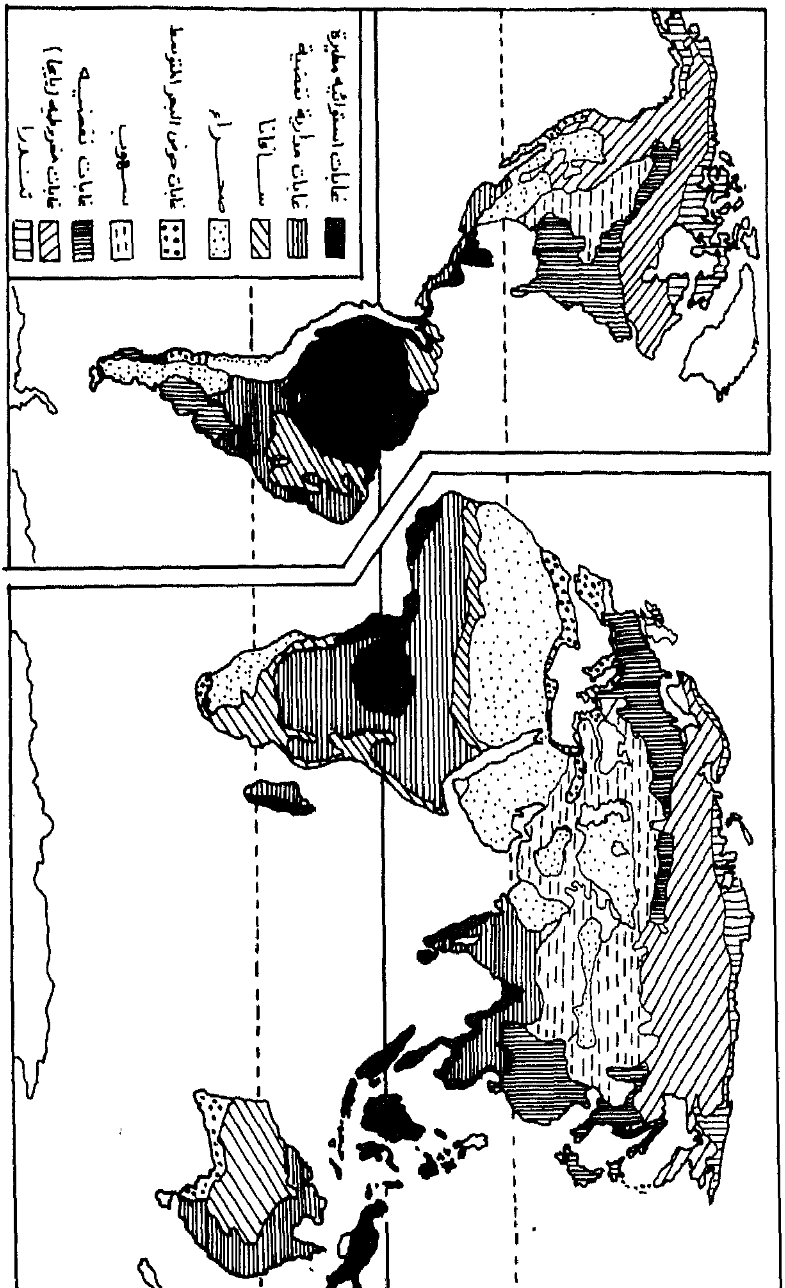
وإذا اتجهنا من خط الاستواء وإلى القطبين أمكننا تمييز نطاقات الغطاء النباتي التالية (فالتر Walter ١٩٧٣) (شكل ٣٢).

١ ـ النطاق المداري Tropical zone

وفيه:

ا ـ الغابات الاستوائية المطيرة Equatorial rain forests

وتوجد في أمريكا الجنوبية (من غويانا وحوض الأمازون إلى منحدرات الانذز Andes) وفي أفريقيا (في ساحل غينيا وحوض نهر الكونغو والجزء الشرقي من جزيرة مدغشقر) أما في آسيا فتوجد في المناطق الموسمية Monsoon وفي الملايو واندونيسيا



شكل (٣٢) نطاقات الغطاء النباتي.

والفلبين وغينيا الجديدة.

ب ـ الغابات المدارية ساقطة الأوراق الرطبة والجافة ثم السافانا

Tropical moist and dry deciduous forests and Savanna

وتوجد في نصفي الكرة الأرضية الشمالي والجنوبي في المناطق المدارية صيفية الأمطار (الأمطار في الفترة الحارة).

٢ ـ نطاق الصحاري وأنصاف الصحاري شبه المدارية

Subtropical deserts and semi-deserts

وتحتل مناطق صغيرة في الجزء الجنوبي الغربي من أمريكا الشمالية وفي بير ووشمال تشيلي ومناطق شاسعة في شمال أفريقيا (الصحراء الكبرى) وتستمر في آسيا حيث صحاري شبه الجزيرة العربية وصحاري إيران وحتى الهند وفي جنوب أفريقيا (في Karoo وNamaland وNamib) وفي جنوب استراليا توجد مناطق صغيرة ذات أمطار سنوية أقل من ٢٠٠مم.

٣ ـ نطاق الغابات قاسية الأوراق في المناطق شتوية الأمطار

Sclerophyllous forests of the winter-rain regions

وتوجد في منطقة حوض البحر الأبيض المتوسط وتمتد في المناطق الجبلية شرقا حتى أفغانستان، كما توجد في وسط وشمال كاليفورنيا وفي أواسط تشيلي، وجنوب أفريقيا (الجزء الجنوبي الغربي من الكاب Cape) وفي جنوب شرق استراليا.

٤ ـ نطاق الغابات الرطبة دائمة الخضرة في المناطق المعتدلة الدافئة

Warm temperate wet-evergreen forests

توجد في شرق آسيا والجزء الجنوبي من سواحل استراليا، وشمال جزيرة

نيوزيلندا، وفي السواحل الشرقية لأفريقيا وفي جنوب البرازيل (على الحدود مع الأرجنتين) وفي جنوب تشيلي، وفي المناطق المرتفعة من أمريكا الوسطى والمكسيك وعلى السواحل الجنوبية الشرقية من أمريكا الشمالية وكذلك في فلوريدا.

٥ ـ نطاق الغابات ساقطة الأوراق في المناطق المعتدلة

Deciduous forests of the temperate zones

وتوجد في شرق أمريكا الشمالية وفي وسط وغرب أوروبا وفي شرق آسيا ومنطقة صغيرة من تشيلي.

٦ ـ نطاق السهوب Steppes

والتي تمتد من البحر الأسود وحتى البحر الأصفر Yellow sea في الشرق الأقصى كما توجد في أمريكا الشمالية، وتتمثل في نصف الكرة الجنوبي بالبامبا Pampa في شرق الأرجنتين وكذلك بـ Patagonian semidesert وبـ Grassland of Otago في جنوب جزيرة نيوزيلندا.

٧ ـ نطاق الغابات المخروطية Boreal coniferous forests

التي تشمل كامل شمال أمريكا واوراسيا Eurasia، ولكنها معدومة تقريبا في نصف الكرة الجنوبية.

٨ ـ نطاق التندرا Tundra

وتوجد على تخوم الدائرة القطبية الشمالية في المناطق ذات المناخ القطبي Arctic climatic zone أما في نصف الكرة الجنوبي فتوجد في بعض الجزر القريبة من القطب الجنوبي.

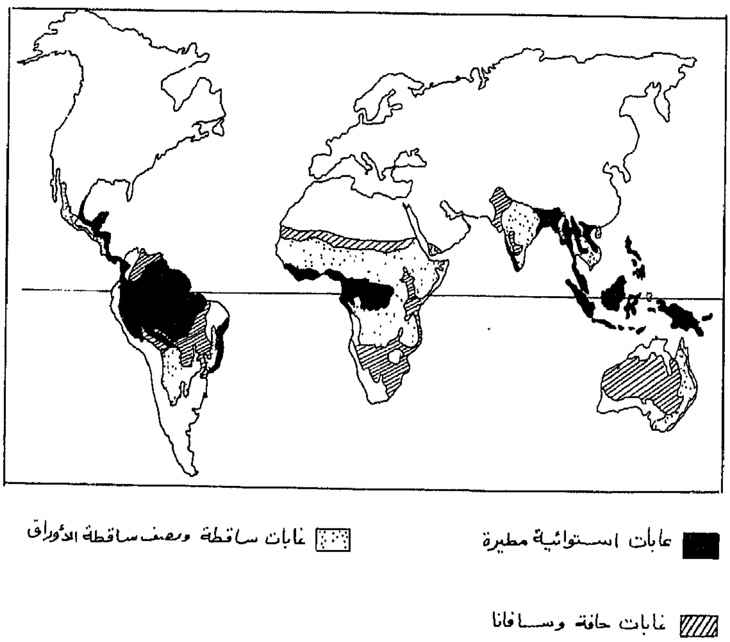
وسندرس فيما يلي نطاقات الغطاء النباتي اعتبارا من خط الاستواء وحتى القطب .

الفصـــل الأول

النطـاق المـداري

Tropical zone

توجـد الغـابـات في النطـاق المـداري على جانبي خط الاسـتـواء وتمتـد حتى المـدارين تقـريبـا، وفي أزمنـة سابقـة كانت الغـابات المدارية تحتل مناطق أوسع منها حاليا ولكن نتيجـة لتغـير المناخ في اتجاه الجفاف من ناحية ولتأثير الإنسان المتزايد، وخاصة في المائة سنـة الأخـيرة، والنـاجم عن قطـع الغابات وتحويلها إلى أراض زراعية من ناحية ثانية أخذت مساحات الغابات تنحسر (شكل ٣٣).

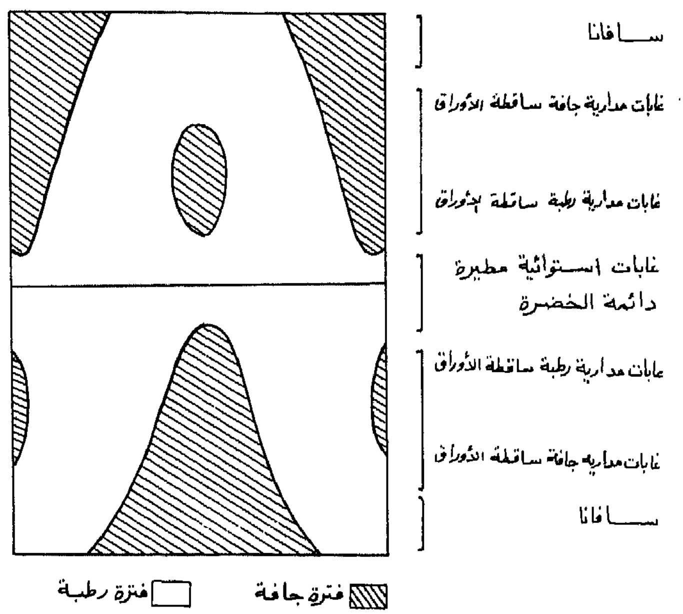


شكل (٣٣) أنماط الغطاء النباتي في النطاق المداري.

وتعتبر الأمطار أهم عامل في تحديد نمط الغطاء النباتي في المناطق المدارية كما هو واضح من الجداول والمخطط (شكل ٣٤) التاليين:

كمية الأمطار السنوية وطول فترة الجفاف في الأنماط المختلفة للغابات المدارية

	الغابات الاستوائية المطيرة	الغابات نصف دائمة الخضرة	الغابات ساقطة الأوراق
كمية الأمطار السنوية (سم)	أكثر من ١٨٠	١٣٠ ـ ١٨٠	٨٠ ـ ١٣٠
طول فترة الجفاف	لا يوجد	١ ـ ٣ أشهر يسقط في كل شهر منها ٥ ـ ١٠سم من المطر.	٥ أشهر منها شهران يسقط فيهما ٢,٥ ـ٣سم، وثلاثة أشهر يسقط فيها ٢,٥ ـ١٠سم من المطر.



شكل (٣٤) العلاقة بين تعاقب الفترات الجافة والرطبة ونمط الغطاء النباتي في النطاق المداري.

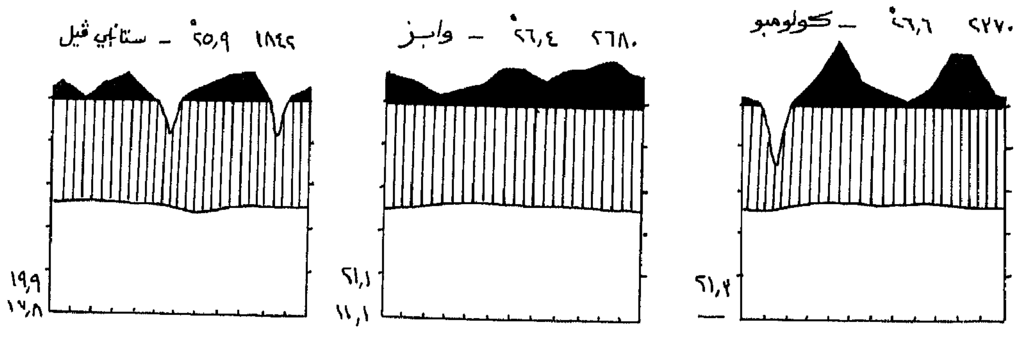
نلاحـظ على المخطـط أن الغـابـات الاستـوائيـة المطـيرة توجد على جانبي خط الاستـواء حيث الأمطـار على مدار السنـة ، ومـع الابتعاد عن خط الاستواء تظهر فترة جافـة قصـيرة تزداد مدتهـا كلما ابتعـدنـا عن خط الاستـواء ، الأمر الذي ينعكس على الغطاء النباتي إذ يحل محل الغابات المطيرة دائمة الخضرة الغابات ساقطة الأوراق ومن ثم السافانا وذلك حسب طول الفترة الجافة .

ا ـ الغابات الاستوائية المطيرة Equatorial Rain Forests

كما يتضح من المخطط (شكل ٣٣) توجد الغابات الاستوائية المطيرة على جانبي خط الاستواء في المناطق التي ينعدم فيها الجفاف ، أما في المناطق التي يتعاقب فيها فصل مطـير مع فصـل جاف فلا توجـد هذه الغـابـات حتى ولـو كان الفصـل الجاف قصيرا ولا يزيد عن عدة أسابيع .

مناخ الغابات الاستوائية المطيرة

تعطينـا المخططـات المنـاخيـة (شكـل ٣٥) فكـرة عن منـاخ الغـابات الاستوائية المطـيرة ، الـذي يعتـبر أفضـل مناخ على سطح الكرة الأرضية بالنسبة لنمو النباتات . فكميـة الأمطـار السنوية مرتفعة جدا وتتراوح بين ٢٠٠ و٤٠٠سم ، وفي بعض المناطق تزيد عن ذلك كثيرا وتصل في غوايانا إلى ١٢٠٠سم وفي بعض مناطق الكامير ون إلى



شكل (٣٥) المخططات المناخية لبعض مناطق الغابات الاستوائية المطيرة .

١٠٥٠سم وسنأخذ كمثال عن مناخ المناطق الاستوائية مناخ جزيرة جاوا (عن ستوكر Stocker ١٩٣٥) يتغير متوسط درجة الحرارة الشهري بين أبرد أشهر السنة وأدفئها في حدود درجة مئوية واحدة [٣ , ٢٤ درجة مئوية في فبراير (شباط) و٣ , ٢٥ درجة مئوية في اكتوبر (تشرين الثاني)]، وكمية الأمطار السنوية حوالي ٤٣٧٠مم ففي شهر يناير (كانون الثاني)، الذي يعتبر أغزر أشهر السنة مطراً يسقط حوالي ٤٥٠مم وفي شهر اغسطس (آب) وهو أجف أشهر السنة تصل كمية الأمطار إلى ٢٣٠مم. ولكن هذا الثبات في درجات الحرارة الشهرية أمر نسبي إذ يمكن للتغيرات الحرارية اليومية أن تصل إلى ٩ درجات، ففي شهر اكتوبر (تشرين الثاني) قد ترتفع الحرارة من ٤ , ٢٣ درجة مئوية في السادسة صباحا إلى ٤ , ٣٢ درجة مئوية في الثانية ظهرا وحتى في الأيام الماطرة يمكن أن تصل الفروق اليومية في درجة الحرارة إلى ٦ ـ ٧ درجات.

وتتراوح الرطوبة النسبية للهواء بين ٧٠ و٩٠٪ نهارا أما في الليل فتصل إلى ١٠٠٪ وفي الأيام الماطرة لاتقل عن ٩٠٪.

ودرجة حرارة التربة تقريبا واحدة على مدار السنة إذ تبلغ درجة حرارة تربة الغابات المطيرة في اندونيسيا على عمق ١٠سم ٢٥ ـ ٢٧ درجة مئوية وعلى عمق ١م تكون ثابتة على مدار السنة وتبلغ ٢٦ درجة مئوية وعلى عكس التصورات السائدة فإن شدة الإضاءة في هذه المناطق أقل منها في المناطق المدارية وحتى أقل من بعض المناطق المعتدلة وذلك بسبب كثرة الغيوم والرطوبة المرتفعة والدخان الناجم عن الحرائق. كما أن طول الفترة النهارية (النوبة الضوئية) ذات الأهمية الكبيرة في تطور النباتات (انظر فصل العوامل البيئية) قليلة التغير على مدار السنة وحتى في المدارين (الجدي والسرطان) إذ يصل طول أقصر يوم إلى ٣٠ , ١٠ ساعة وطول أطول يوم إلى ٣٠ , ١٣ ساعة ولهذا فإن النباتات التي تعيش في النطاق الاستوائي هي من نباتات النهار القصير.

تسقط الأشعة الشمسية عمودية على الأوراق، كما تكون شدة الإضاءة عالية في منتصف النهار، الأمر الذي ينجم عنه زيادة كبيرة في درجة حرارة سطح الأوراق، وقد ترتفع درجة حرارة سطح الأوراق بمقدار ١٠ ـ ١٥ درجة مئوية عن درجة حرارة الهواء

المحيط وقد وجد نتيجة لذلك أن الرطوبة النسبية لطبقة الهواء الملامسة لسطح الورقة منخفضة وتصل إلى ٥٠٪ كما تصل درجة الحرارة إلى أكثر من ٣٠ درجة مئوية.

وفي مثل هذه الظروف المتكررة فإنه ليس من الغريب أن تكون الأوراق متكيفة لتقليل النتح، لذا فالأوراق قاسية ومزودة بأدمة سميكة، كما وتتمكن من إغلاق الثغور في الظروف الحرجة، وهذا ينطبق فقط على أوراق الأشجار المكونة للطابق العلوي التي تتلقى الأشعة الشمسية المباشرة، أما النباتات الأخرى الموجودة في الطوابق السفلى من الغابة فإن أوراقها تختلف اختلافا كبيرا بسبب اختلاف المناخ الدقيق.

المناخ الدقيق للغابات الاستوائية المطيرة Microclimate

تؤثر العوامل المناخية التي سبق ذكرها في نمو النباتات المنعزلة، والنباتات الزراعية وتيجان الأشجار التي تكوّن الطوابق العلوية، أما داخل الغابة فيختلف المناخ كليا. والمناخ الدقيق هو عبارة عن مناخ الطبقة السطحية القريبة من سطح التربة ويختلف ارتفاعه فوق سطح التربة حسب نمط الغطاء النباتي، ففي الغابات الاستوائية المطيرة يصل إلى بضع عشرات الأمتار أما في المناطق الجافة فلا يزيد عن المتر إلا قليلا.

وتنخفض شدة الإضاءة في الغابات الاستوائية المطيرة رأسياً بين سقف الغابة وسطح التربة، هذا وتكون شدة الإضاءة واحدة على مدار السنة لأن هذه الغابات دائمة الخضرة على عكس غابات المناطق المعتدلة ساقطة الأوراق. وتبلغ شدة الإضاءة في مستوى سطح التربة حوالي ٥ , ٠-١٪ من شدة الإضاءة الكاملة، وفي مثل شدة الإضاءة هذه لاتستطيع أن تعيش إلا بعض النباتات الدنيا وبعض أنواع فصيلة Hymenophyllaceae التي تتطلب شدة إضاءة لاتقل عن ٢٥ , ٠-٥ , ٠٪ من شدة الإضاءة الكاملة.

وتختلف الرطوبة النسبية للهواء ابتداء من سطح التربة وإلى قمة أشجار الغابة فعلى ارتفاع ١٨م قد تنخفض حتى ٦٠٪ (خاصة في ساعات الظهيرة)، أما في

مستوى الطوابق العشبية وفوق سطح التربة مباشرة فهي قريبة من الإشباع.

ونظرا لكون الرطوبة النسبية للهواء في مستوى الطوابق السفلية مرتفعة جدا فإن الندى يتشكل كل ليلة تقريبا على جذوع وتيجان الأشجار حتى ولوكان انخفاض درجة الحرارة قليلاً جدا. وتصل كمية الندى إلى ١٠٠سم^{٣}/م^{٢} ويكون طبقة على الأوراق يصل ارتفاعها إلى ١,٠مم، حتى يسيل على شكل قطرات (Walter ١٩٧٣).

أما الحرارة فتكون في مستوى الطوابق السفلية، واحدة على مدار السنة وتقلباتها لاتزيد عن ١,٤ درجة في الفصل الرطب و٣,٢ في الفصل الجاف، أما على ارتفاع ١٨م فقد تصل تقلباتها إلى ٧,٢ درجة في الفصل الماطر و١٢,٤درجة في الفصل الجاف.

تركيب الغابات الاستوائية المطيرة

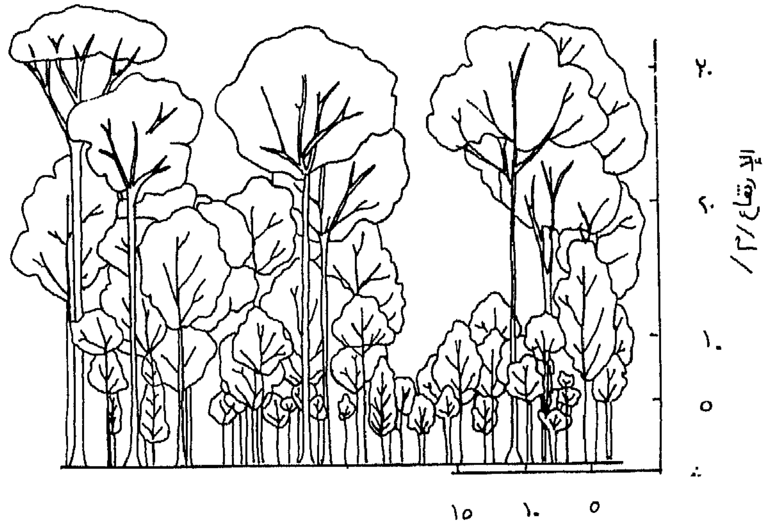
تتألف الغابات الاستوائية المطيرة من أشجار يبلغ متوسط ارتفاعها ٥٠ ـ ٦٠م وهي غنية جدا بالأنواع النباتية، حتى ليصعب أن نجد شجرتين من نوع واحد تنموان بجانب بعضهما البعض، ومتوسط عدد الأنواع النباتية في الهيكتار حوالي ٤٠ نوعا وقد يصل إلى ١٠٠ نوع وأكثر (يوجد في هذه الغابات في اندونيسيا حوالي ٣٠٠٠ نوع شجري تنتسب إلى ٤٥٠ جنساً)، وفي جزيرة Moluques القريبة من غينيا الجديدة، حوالي ٢٥٠٠ نوع شجري وفي حوض الأمازون ٢٥٠٠ نوع شجري أيضًا، إلى جانب الأعشاب والشجيرات والنباتات المتسلقة Lianas والعالقة Epiphytes والتي تعتبر من الصفات المميزة لهذه الغابات لكثرة أعدادها، وتكثر هذه النباتات المتسلقة والعالقة مع زيادة رطوبة الهواء ونقصان كثافة الغابة (أي مع زيادة شدة الإضاءة).

وللغابات الاستوائية المطيرة نفس المظهر الخارجي في جميع أجزاء الكرة الأرضية والذي لايتغير على مدار السنة (شكل ٣٦). ونجد على المقطع الطولي (شكل ٣٧)



شكل (٣٦) غابة استوائية في ماليزيا.

للغابة أن الأشجار تشكل ثلاثة طوابق، العلوي ومتوسط ارتفاع الأشجار فيه حوالي ٣٥م ويتألف من أنواع الفصائل Lecythiadaceae ، Lauraceae وAraliaceae كما تدخل ضمنه تيجان أشجار الفصيلة الخيمية Umbelliferae. ويتألف الطابق الثاني الذي يصل ارتفاعه إلى ٢٠م من أشجار تنتمي إلى فصائل متعددة، وكلا هذين الطابقين غير متراصين ولا يتميزان على نحو واضح، والطابق الثالث كثيف ويبلغ



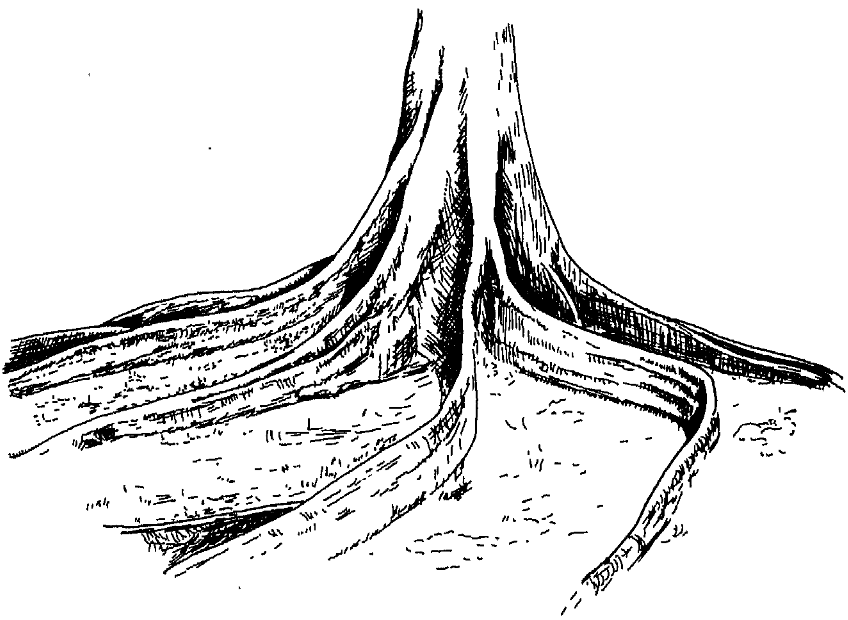
شكل (٣٧) قطاع طولي في غابة استوائية مطيرة.

طول أشجاره حوالي ١٠م ويتألف من أشجار لم تبلغ طولها الكامل ومن أشجار بالغة من الفصائل Anonaceae وViolaceae وغيرها. أما الأشجار الأقصر من ذلك فتكون محاطة بالنباتات المتسلقة التي لاتصل إلى مستوى الأشجار العالية ويوجد تحت الطوابق الشجرية طابق الشجيرات والأعشاب الطويلة يليه طابق الأعشاب القصيرة وبادرات الأشجار وأخيرا السراخس والرصن *Selaginella*. وتشكل نباتات الأشجار والشجيرات حوالي ٧٠٪ من مجموع الأنواع المشكلة للغابات الاستوائية المطيرة أما الـ ٣٠٪ الباقية من الأنواع فتنتمي إلى الأنماط البيولوجية الأخرى، والأنماط البيولوجية في الغابات الاستوائية المطيرة هي:

١ ـ الأشجار والشجيرات.
٢ ـ الأعشاب.
٣ ـ النباتات المتسلقة.
٤ ـ النباتات نصف العالقة.
٥ ـ النباتات العالقة.

بيئة النباتات الشجرية في الغابات الاستوائية المطيرة

تتميز أشجار الغابات الاستوائية المطيرة بصفات معينة، فالجذع مستقيم أملس، والقشرة رقيقة ملساء ناصلة اللون وذلك لعدم تعرض الجذع للأشعة الشمسية المباشرة والرياح الجافة ولتوفر الرطوبة الزائدة. وتتفرع الأشجار في القمة، وتاجها صغير، والأوراق كبيرة قاسية (جلدية) لونها أخضر داكن، وتامة الحافة، وأوراق الفصيلة القرنية Leguminosae ريشية وسطحها كبير. ومن الصفات المميزة للأشجار الجذور الدعامية Buttressed roots التي تدعم الأشجار الطويلة ذات المجموع الجذري السطحي. وتنشأ الجذور الدعامية (شكل ٣٨) من قاعدة الجذور الرئيسية ويستمر نشاط الكامبيوم في الجذور الدعامية طبيعيا في السنوات الأولى، وبعد ذلك يتوقف نشاط الكامبيوم، في هذه الجذور، عدا جزئه العلوي الذي يستمر في النشاط وبذلك يزداد ارتفاع هذه الجذور الدعامية حتى يبلغ تسعة أمتار في بعض الأحيان، كما يتراوح قطرها بين عدة سنتيمترات وعدة أمتار.



شكل (٣٨) رسم تخطيطي يوضح الجذور الدعامية التي تتكون في قاعدة جذع بعض الأشجار في الغابات الاستوائية المطيرة.

ويـرتبـط تشكـل الجذور الدعامية على هذا النحوبزيادة رطوبة التربة التي تؤدي إلى سوء تهويتهـا الأمـر الـذي ينعكس على نشاط الكامبيوم مما يؤدي إلى توقف عمل الكـامبيـوم المـوجود في الناحية السفلية من الجذور (فالتر ١٩٧٣). كما تتشكل الجذور الـدعـامية في بعض الأشجار التي تعيش في المنطقة المعتدلة في تربة شديدة الرطوبة مثل *Ulmus effusa* والحور *Populus italica*.

والـبراعم غير محميـة أونادرا ما تكـون محمية بعنق الورقة أوبالأشعار أو الإفرازات الدبقة وأحيانا بالحراشف وتكون الأوراق الفتية رقيقة وطرية، وبسبب بطء تمايز النسج فيهـا تبـدو في الفترة الأولى من تشكلها وكأنها ذابلة ومدلاة للأسفل، كما تتميز الأوراق الفتية بتعدد ألوانها ولكن الألوان تزول تدريجيا وتأخذ اللون الأخضر كما تصبح الأوراق جلديـة. والأوراق البـالغـة تامة الحافة غالبا ومستدقة النهاية أما مساحتها فتتوقف على الطـابق الـذي تعيش فيـه الأشجار، وبشكل عام تقل مساحة الورقة وتغدو جلدية كلما اقـتربنـا من الطـابق الشجـري العلوي، فمثـلا يتراوح طول أوراق أشجـار النـوع *Polyscias polybotrya* الموجودة في مستوى الطابق العلوي بين ٥٥ ـ ٩٥سم، أما تلك المـوجـودة في مستوى طابق الشجيرات فيصل طولها إلى ١٧٠سم، وهذا الاختلاف في طول ومسـاحـة الأوراق ناجم عنّ تأثـير المنـاخ الـدقيق الذي يختلف اختلافا كبيرا بين الطابق الشجري وطابق الشجيرات. ودراسات فالتر Walter ١٩٧٣ وغيره في الغابات الاستـوائيـة المطـيرة في أفريقيا بينت أن الضغط الأسموزي منخفض جدا، إذ يتراوح بين ٩ و١٦ ضغطاً جوياً، وهذه الأرقام هي بالنسبة لأشجار الطوابق السفلية.

ومن أهم الصفات التي تتميزبها الأشجار في الغابات الاستوائية المطيرة هي ظاهرة الأزهـار الجـذعية Cauliflory أي تكون الأزهار وبعد ذلك الثمار على الجذوع مباشرة، فالبراعم الإبطية تبقى عدة سنوات كامنة، وبعد ذلك تشق القشرة وتبدأ بالنمو وإعطاء الأزهـار، وهـذه الظـاهـرة تلاحـظ في المناطق المعتدلة فقط في أشجار الزمزريق *Cercis siliquastrium* والخـروب *Ceratonia siliqua* وظـاهرة الأزهار الجذعية واسعة الانتشار في المناطق الاستوائية مثال ذلك شجرة الكاكاو *Theobroma cacao* التي تعيش في الطوابق السفلية للغابات الاستوائية المطيرة، وتوجد ظاهرة الأزهار الجذعية في أكثر من ١٠٠٠

نوع من النباتات الشجرية . وهناك تفسيرات متعددة لهذه الظاهرة نذكر منها رأي كليبس Klebs ١٩١١ (انظر Walter ١٩٦٤) الذي يعتقد أن هذه الظاهرة ناجمة عن وفرة المواد المغذية في الجذع ، ومن الملاحظ أن هذه الظاهرة توجد بشكل أساسي في الأنواع التي تعيش في مستوى الطوابق السفلية .

وبذور كثير من الأنواع كبيرة وتدخر كمية كبيرة من المواد المغذية ، وهذا يمكنها من الإنبات والنمو لتصل إلى ارتفاعات كبيرة تكون فيها شدة الإضاءة مرتفعة نسبيا .

ويتم الإزهار في أي وقت من السنة ، والأزهار جميلة ولكنها قليلا ما تلاحظ بين الأوراق ذات الألوان المختلفة . وتزهر بعض الأنواع في فترة محددة ، ولكن بصورة عامة ، لا تتوافق فترة الإزهار في الأنواع المختلفة ، كما أنها قد تكون مختلفة عند أفراد النوع الواحد . ويمكن ملاحظة أشجار من نفس النوع بعضها مزهر وبعضها مثمر وحتى على نفس الشجرة قد نجد فروعا مزهرة وأخرى مثمرة في نفس الوقت .

الشجيرات

توجد ، إلى جانب الأشجار التي تسود في الغابات الاستوائية المطيرة ، الشجيرات التي تشكل طابقا مستقلا مختلطا مع الأشجار الفتية ، والتي لم تبلغ بعد طولها الكامل ، والأعشاب المرتفعة . ويتلقى طابق الشجيرات كميات قليلة من الضوء بالمقارنة مع الأشجار ، إذ تحصل الشجيرات على الضوء الذي ينفذ من بين أوراق وأغصان الأشجار . وتتميز الشجيرات ، كما هي الحال في الأشجار ، بكونها قليلة التفرع وهذا ما يميزها عن شجيرات المناطق المعتدلة ، والأوراق فيها كبيرة ورقيقة ونادرا ما تحتوي على أدمة والثغور مفتوحة بشكل دائم ، وبصورة عامة تختلف أوراق الشجيرات عن أوراق الأشجار الجلدية وذلك لأن معدل النتح منخفض في مستوى طابق الشجيرات بسبب ارتفاع رطوبة الهواء وانخفاض شدة الإضاءة والرياح .

الأعشاب

وتتميز الغابات الاستوائية المطيرة بأن عدد الأنواع العشبية فيها قليل بالمقارنة مع

الأنواع الشجرية وهذا يعود، كما يعتقد، لانخفاض شدة الإضاءة في مستوى الطوابق السفلية من الغابة مما يؤدي إلى انتخاب الأنواع القادرة على النمو في شدة ضوئية منخفضة. وأغلب الأعشاب معمرة، والأجزاء الهوائية منها تبقى حية لسنوات عدة، بسبب انعدام الفصول، مما يمكنها من أن تصل إلى ارتفاعات كبيرة تبلغ عدة أمتار، وفي كثير من الأحيان يمكن أن تصل إلى مستوى طابق الشجيرات مثل أنواع فصيلة Scitaminaceae والزنجبيلية Zingiberaceae والموز وغيرها.

ويختلف شكل ومساحة الأوراق في النباتات العشبية كثيرا، كما وتختلف ألوانها التي قد تكون داكنة أوحمراء، ولكن أوراق أغلب الأنواع رقيقة وطرية. ومن أهم خواص الأعشاب في الغابات الاستوائية المطيرة تكيفها للنمو في إضاءة منخفضة، كما أن تكاثرها يكون خضريا في الأغلب.

النباتات المتسلقة Lianas

تتخذ النباتات المتسلقة Lianas وكذلك النباتات العالقة Epiphytes ونصف العالقة Hemiepiphytes من الأشجار مكانا تعيش فيه أومتكأ تتثبت به. وتنبت بذور النباتات المتسلقة في التربة وتنمو بعد ذلك سوقها بسرعة دون أن تشكل أنسجة دعامية كثيرة، وترتفع هذه النباتات إلى الأعلى وتصل إلى المكان المناسب من حيث شدة الإضاءة. وهي تتسلق دعاماتها من النباتات المختلفة وذلك بواسطة (شكل ٣٩):

ا - الأشواك أو المحاجم Suction discs كما في نبات *Calamus* الذي يصل طوله إلى ٢٠٠ - ٢٤٠ مترا.

ب - الجذور العرضية Adventitious roots التي تنمو على الساق والتي تدخل في شقوق قشرة الأشجار أو تلتف حول جذوع الأشجار مثل نبات فانيلا *Vanilla* وأنواع فصيلة Araceae.

جـ - التفاف سوق النباتات المتسلقة حول جذوع الأشجار، حيث تمتلك



شكل (٣٩) تكيف بعض النباتات للتسلق.

بالمحاليق (في العنب)
بالمحاجم (في العنب البري)
بالأشواك (في نبات الجهنمية *Bougainvillaea*)
٢، ٣ - بالالتفاف (في العليق وحشيشة الدينار)
٥ - بالجذور العرضية (في نبات حبل المساكين *Hedera*)

النباتات المتسلقة سوقا ذات قمم سريعة النمو، وسلاميات طويلة لاتتكشف فيها الأوراق في بداية نموها، وشأنها في ذلك شأن النباتات التي تعاني من الشحوب الضوئي Etiolation ، وعن طريق الحركة اللولبية للساق ترتفع هذه النباتات نحو الأعلى ممسكة بجذوع وأفرع الأشجار، وبعد ذلك تبدأ الساق بالثخن والتخشب، وتنتسب أغلب النباتات المتسلقة إلى هذه المجموعة.

د - المعاليق Tendrils وهي عبارة عن أعضاء خاصة متحورة تمكن النباتات المتسلقة من تثبيت نفسها بجذوع وأفرع الأشجار.

وتستطيع النباتات المتسلقة أن تصل إلى مستوى تيجان الأشجار حيث شدة الضوء مرتفعة ولكنها تستطيع في أطوار نموها الأولى تحمل الإضاءة المنخفضة في مستوى الطوابق السفلية. وتكثر النباتات المتسلقة في المناطق المفتوحة من الغابة وعند حوافها كما وقد تشكل عند حواف الأنهار أيكة Thicket يصعب اختراقها.

وعندما تصل النباتات المتسلقة إلى مستوى تيجان الأشجار، حيث الشدة الضوئية المرتفعة، فإنها تشكل تاجا كثيف الأوراق لدرجة تصبح حملا ثقيلا على النباتات التي تسندها، كما تلعب النباتات المتسلقة دورا كبيرا في تقليل الضوء الذي ينفذ إلى داخل الغابة.

وغالبا ما يزيد طول النباتات المتسلقة عن ٧٠ مترا ويمكن مشاهدتها كالحبال المتشابكة التي تربط بين أشجار الغابة، وتخلص دراسات Schenck ١٨٩٢ إلى أن ٩٠٪ من كافة الأنواع المتسلقة توجد في المناطق الاستوائية.

النباتات نصف العالقة Hemiepiphytes

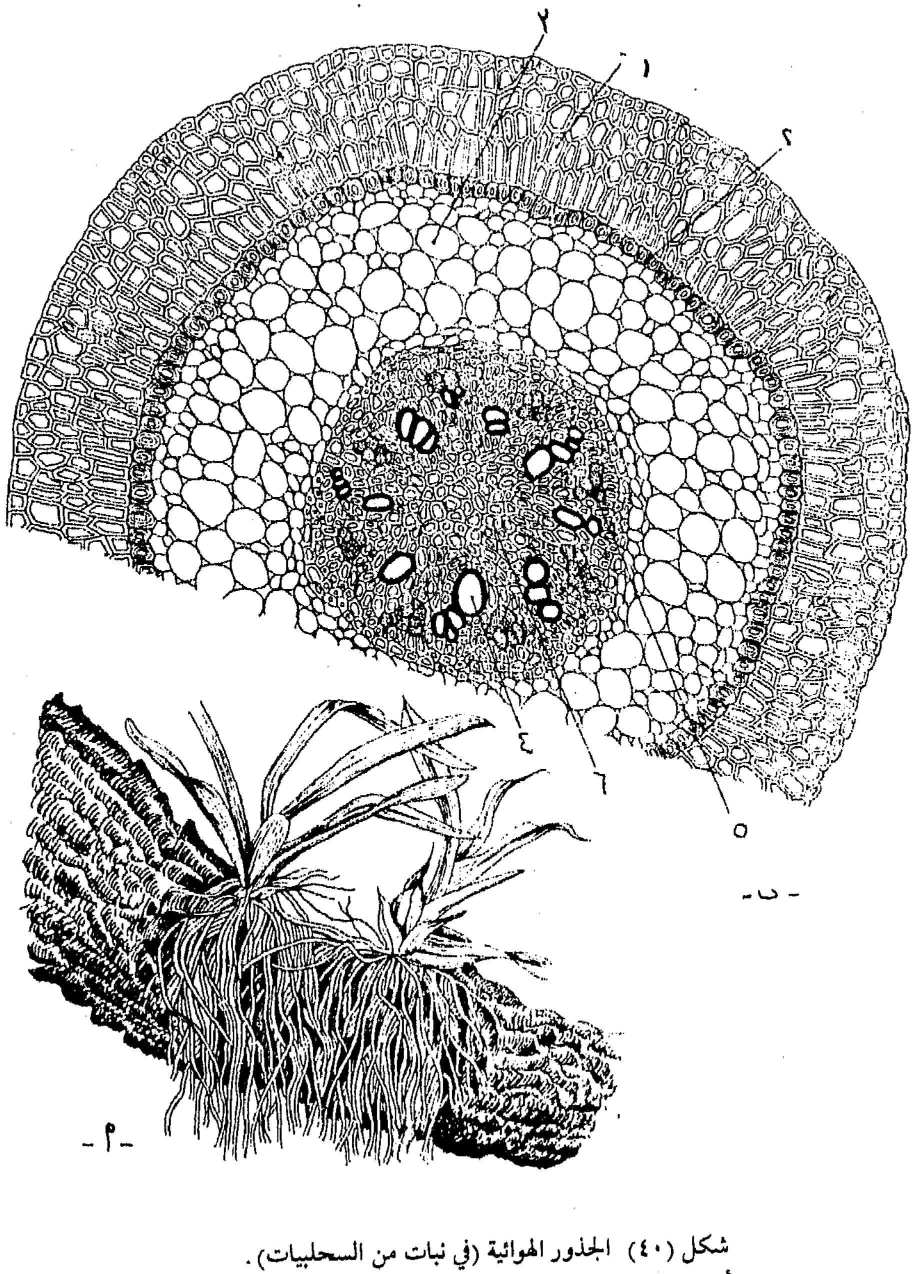
وهي عبارة عن زمرة نباتية تحتل مكانا وسطا بين النباتات المتسلقة والنباتات العالقة Epiphytes ، وتبدأ حياتها إما على شكل نباتات متسلقة أو على شكل نباتات عالقة، فمثلا بعض أنواع الفصيلة Araceae تنمو في البداية على شكل نباتات متسلقة عادية

ولكن بعد ذلك يموت الجزء السفلي من الجذع وتنقطع الصلة بين النبات والتربة ويتحول النبات من نبات متسلق إلى نبات عالق، أو أن بعض النباتات العالقة التي تنمو على الأشجار تشكل جذورا هوائية (جذورا عرضية هوائية) تمتد لتصل إلى التربة وتبدأ بامتصاص الماء والأملاح المعدنية بالشكل المعروف مثل *Coassapoa fagifolia* و*Pyrus granulosa* وكذلك التين البنغالي *Ficus bengalensis* الذي ينتمي إلى النباتات الخانقة Stranglers (شكل ٢٦).

النباتات العالقة Epiphytes

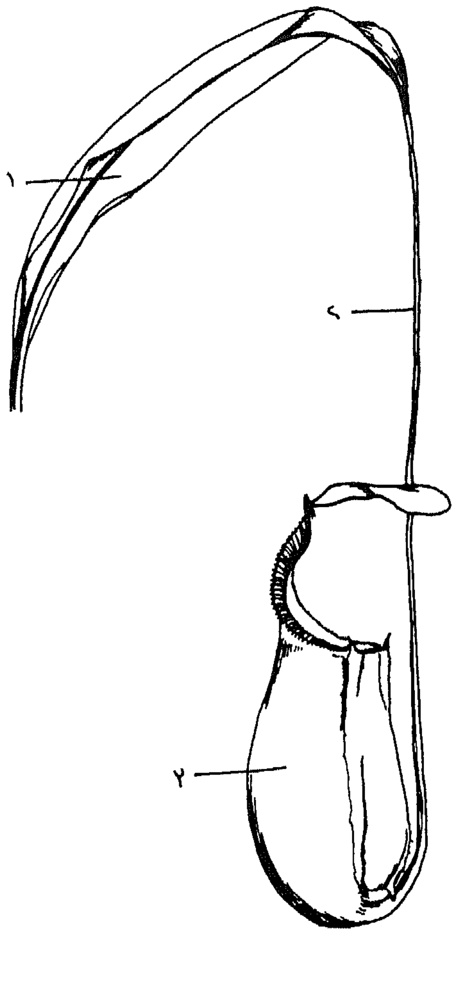
وهي النباتات التي تستخدم النباتات الأخرى كوسط نمو (Substrate) وتنبت فيه بذورها وتنمو فيه كما تستخدمها متكأ لها، ولا يوجد بين النباتات العالقة والنباتات التي تعيش عليها تأثيرات فيزيولوجية أو كيميائية، ويعتقد فالتر Walter ١٩٧٣ أن هناك كثيرا من النباتات العالقة التي تعيش فقط على الفروع الحية للأشجار، كما أنها تختار أنواعا معينة من الأشجار، وربما ينجم هذا الاختيار عن خواص القشرة وخاصة قساوتها في الأفرع الميتة.

وتنبت بذور النباتات العالقة، عادة، على فروع الأشجار المرتفعة لذا فإنها توجد في ظروف ضوئية جيدة. ولكنها تعاني من مشكلة الحصول على الماء والأملاح المعدنية، وتستطيع أن تمتص الماء من الرطوبة الجوية المرتفعة والتي تتوفر بشكل دائم في هذه الغابات، ومن هنا كثرت النباتات العالقة في الغابات الاستوائية المطيرة، ولكن بالرغم من توفر الرطوبة فإن للنباتات العالقة تكيفات معينة تضمن تزويدها بالماء اللازم لنموها، ومن أهم هذه التكيفات جمع التربة في مكان نموها، وتتكون هذه التربة في معظمها من مواد دبالية نتجت من تحلل البقايا النباتية، وتعمل هذه التربة على الاحتفاظ بالماء وتزويد النبات به، كما أن بعض النباتات العالقة تتميز جذورها بوجود طبقات من الخلايا تسمى الحجاب الجذري Velamen تحيط بالجذور الهوائية وتمتص الرطوبة من الهواء كما في نباتات الفصيلة السحلبية Orchidaceae (شكل ٤٠) أو بوجود حراشف كأسية الشكل على الأوراق Suction-scales قادرة على امتصاص الماء. وهناك بعض النباتات التي تجمع الماء في أوراقها التي تشبه الجرار مثل نبات *Nepenthes*



شكل (٤٠) الجذور الهوائية (في نبات من السحلبيات).
أ ـ الشكل العام
ب ـ مقطع عرضي في الجذر
١ ـ الحجاب الجذري ٢ ـ البشرة الخارجية
٣ ـ برنشيم القشرة ٤ ـ الخشب
٥ ـ اللحاء ٦ ـ سكليرنشيم

(شكـل ٤١) ويمكن للبعض الآخـر تخزين المـاء في الـدرنات أوفي المجموع الخضري لكثير من السحلبيات.



شكل (٤١) ورقة نبات الجرة *Nepenthes*.

١ - نصل الورقة **٢ - عرق وسطي متطاول**

٣ - الجرة Pitcher (Insect trap)

ويتم حصـول النبـاتـات العالقة على المواد الغذائية إما من الغبار أو الدبال الذي يتجمع في موقع نموها وتحصل على النتروجين من مياه الأمطار التي تحوي نسبة مرتفعة منه نظرا لطبيعة الأمطار الرعدية في المناطق الاستوائية .

وهنـاك بعض أنـواع النمـل التي تبني أعشـاشهـا في جذوع الأشجار وتشكل هذه الأعشاش مهادا صالحا لنمو النباتات العالقة وتمدها بالنتروجين والمواد المعدنية الأخرى مثـل الـنبـاتــات التي تنتمي إلى فصيلة Araceae ، Gesneriaceae و Bromeliaceae وغـيرهـا ، وقـد وصف Ule ١٩٠٥ هذه النبـاتات العالقة ، في غابات الأمازون ، بأنها حدائق زهور النمل .

وتنتقل النباتات العالقة من مكان نموها بعدة طرق أهمها :

١ ـ نقل الوحدات التكاثرية بواسطة الهواء ، حيث تكون الوحدات التكاثرية إما خفيفـة الـوزن كما في الفصيلة السحلبيـة Orchidaceae والسـراخس Ferns أو مزودة بآليات تساعد على حملها كما في فصيلة Asclepiadaceae.

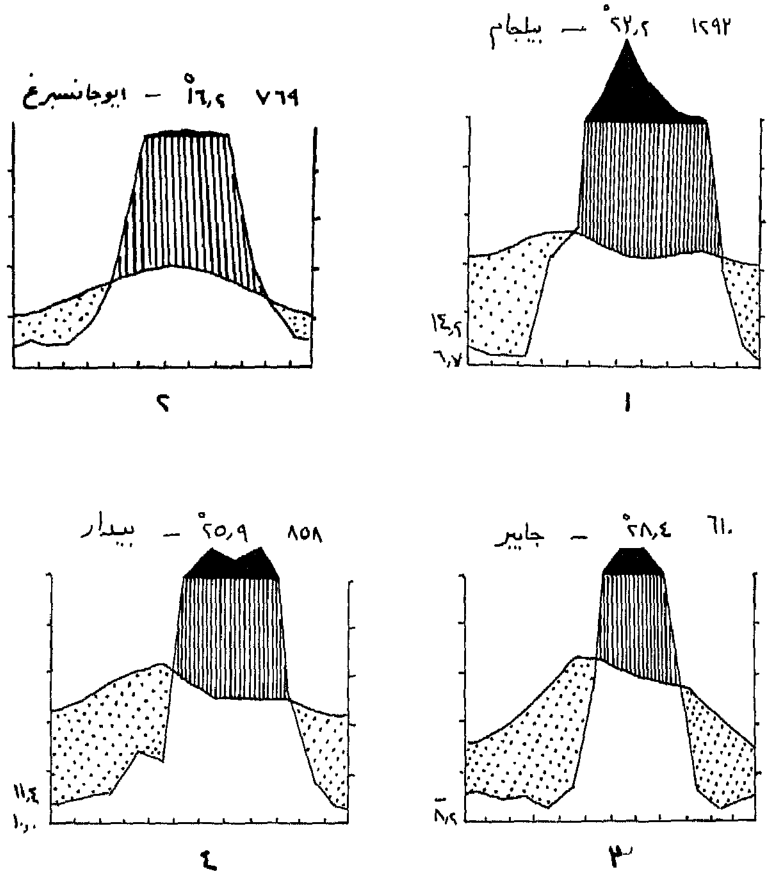
٢ ـ تلعب الطيـور دورا هامـا في نقـل النبـاتـات العـالقـة مثـل أنـواع فصيلة Bromeliaceae وغيرها .

ب ـ الغابات المدارية ساقطة الأوراق
Deciduous Tropical Forests

ينعكس الابتعـاد عن خط الاستـواء في اتجاه المدارين على مجمل العوامل المناخية من درجـة حرارة وكميـة أمطـار سنـويـة وشدة إضاءة وغيرها ، كما ينعكس على تركيب وفلورا الغطاء النباتي . ويظهر كلما ابتعدنا عن خط الاستواء في اتجاه المدارين ، تميز فترة جافـة يزداد طولهـا مع الاقتراب من المدارين ، ويصبح بالإمكان تمييز فترتين في السنة : الأولى رطبـة يتنـاقص طولهـا والثـانية جافة يزداد طولها كلما ابتعدنا عن خط الاستواء .

ويتم الانتقال تدريجيا من المناطق دائمة الأمطار وعديمة الفصول إلى المناطق التي تتميز بفترة جفاف (انظر شكل ٣٤).

وفي المنـاطق المـداريـة، التي يتناوب فيها فصل جاف مع فصل مطير، يمكن تمييز الأنماط التالية من الغابات ساقطة الأوراق (شكل ٤٢).



شكل (٤٢) المخططات المناخية في مناطق:

١ - الغابات المدارية شبه دائمة الخضرة **٢ - السافانا البرازيلية**

٣ - الغابات الموسمية الجافة **٤ - الغابات الموسمية الرطبة**

١ ـ الغابات المدارية ذات الخضرة شبه الدائمة
Tropical semi-evergreen forests

وتنمو في المناطق التي يتراوح فيها طول الفصل الجاف بين شهر واحد وثلاثة أشهر، وفي هذه الغابات، تسقط أوراق الأشجار المكونة للطوابق العلوية دون غيرها، أما الأشجار والشجيرات المكونة للطوابق السفلية فتبقى دائمة الخضرة ومن هنا كانت تسمية هذه الغابات بالغابات المدارية شبه دائمة الخضرة.

أما في المناطق التي تزيد فيها فترة الجفاف عن ذلك فينمو نمطان من الغابات هما:

ا ـ الغابات الموسمية ـ المدارية ـ الرطبة ساقطة الأوراق Monsoon, moist deciduous tropical forests.

ب ـ الغابات المدارية الجافة ساقطة الأوراق والأحراش الشوكية Dry deciduous forests and thorn bushes.

ا ـ الغابات الرطبة ساقطة الأوراق

وتعرف هذه الغابات في الهند باسم الغابات الموسمية Monsoon forests وأهم أنماطها ما هو موجود في الهند وتتألف بشكل أساسي من أشجار *Tectona grandis* و*Shorea rubusta* وغيرها، تلعب أشجار *Tectona* دورا كبيرا في تشكيل هذه الغابات حيث يصل طولها أحيانا إلى ٤٠م وتشكل مع أشجار *Terminalia tomentosa* وأشجار *Diospyros melanoxylon* في وسط الهند غابات بقيت حتى الآن في مناطق متفرقة. وعدد الأنواع المكونة لهذه الغابات أقل من عدد الأنواع التي تكون الغابات المطيرة والغابات شبه دائمة الخضرة كما أنها أقل كثافة، ونظرا لقلة كثافة هذه الغابات فإن الغطاء النباتي العشبي فيها جيد النمو وكثيف، والنباتات المتسلقة والعالقة متوفرة إلى حد ما في هذه الغابات.

ب ـ الغابات الجافة ساقطة الأوراق والأحراش الشوكية

وتسمى هذه الغـابـات أحيانا بالغابات الموسمية الجافة Dry monsoon أو الغابات السافانية، وتنتشر في المناطق ذات الصيف الماطر والشتاء الجاف.

ويصـل ارتفـاع الأشجـار فيهـا من ٩ ـ ١٢ متراً وتغطيتهـا حوالي ٦٠ ـ ٨٠٪، وتسقـط أوراقهـا في الفـترة الجافة. ومع ازدياد الجفاف تقل كثافة الأشجار وتزداد كثافة الغطـاء النبـاتي العشبي ويسود في هذه الغابات الأشجار من أنواع *Colophospermum mopane* (غـابـات المـوبـان Mopane) وأنـواع الـفصيلة Combretaceae والجنس *Pterocarpus* والأكاشيا *Acacia* والالبيزيا *Albizzia* والكوميفورا *Commiphora* وغيرها.

وتغطي هذه الغـابـات في شرق أفريقيا مساحات واسعة وتسود فيها أنواع الفصيلة القـرنيـة Leguminosae. وبـراعم الأشجـار محميـة من الجفاف، والجذع مغطى بقشرة سميكة والنباتات العالقة معدومة والمتسلقة قليلة.

ومـع ازديـاد الجفـاف تستبـدل أشجـار هذه الغابات بالشجيرات الشوكية Thorn bushes والتي نجد بينها أشجار البوياب (التبلدي) *Adansonia digitata* والتي تكثر على الحدود بين الغابات والسافانا. وتوجد الأحراش الشوكية بشكل واسع في شرق أفريقيا في المنـاطق التي تسقـط فيهـا كميـات قليلة من الأمطـار ويسـود في هذه المنـاطق أنـواع الأكاشيا *Acacia* المختلفة وتخالطها أشجار البوياب *Adansonia*.

السـافـانـا Savanna

السافانا في مدلولها الواسع تعني الغطاء النباتي ذا الخصائص الجفافية الذي ينتشر في المنـاطق المـداريـة ذات الأمطـار الصيفيـة والتي تكـوّن فيهـا الحشـائش طبقة سائدة متجانسة وكثيفة وتتخللها أشجار أو شجيرات متناثرة ومتباعدة (Alechin ١٩٦١).

ويتميـز منـاخ السـافـانا بأمطار تزيد عن ٦٠٠مم تسقط في الفترة الحارة من السنة (فصـل الصيف) وبفـترة جفـاف تدوم بين ٤ و٦ أشهر. ويبلغ متوسط درجة الحرارة في الفـترة الـرطبـة في السـافـانـا البرازيلية حوالي ١٨ ـ ٢١ درجة مئوية وفي الفترة الجافة ١٤ ـ ١٥ درجة مئوية، أما في أفريقيا فهوعلى التوالي ٢٠ ـ ٢٤ و١٨ ـ ٢٠ درجة مئوية (شكل ٤٢).

ويختلف هذا الطـراز من السـافـانـا، والـذي يتـوقف تكوينه أساسا على العوامل المناخية، عن السافانا التي تحدد تكوينها عوامل حيوية والتي حلت محل الغابات نتيجة لنشـاط الإنسـان الذي أزال الغابات وحولها إلى أراض زراعية وكذلك نتيجة للحرائق والـرعي الجـائـر، ويسمى هذا النوع من السافانا بالسافانا الثانوية (Walter ١٩٧١). ونظـرا لصعـوبـة التعـرف على تكـوينات السافانا الثانوية بسبب انتشارها الواسع فقد اعتـبرهـا الجغرافيون سافانا طبيعية، ويقسمون منطقة السافانا إلى منطقتين منفصلتين تحاذيان منطقة الغابات في المناطق المدارية المطيرة وهما:

ا ـ السافانا الرطبة Moist savanna والتي تسود فيها الحشائش الطويلة.

ب ـ السافانا الجافة Dry savanna والتي تسود فيها الحشائش القصيرة (Walter ١٩٧١).

وتسـود في الغطـاء النباتي العشبي للسافانا الطبيعية الأعشاب النجيلية التي يصل متوسط ارتفاعها إلى حوالي المتر ويصل طولها في كثير من الأحيان إلى ثلاثة أمتار أو أكثر وإذا ترافق ارتفاع الأعشاب مع كثافة عالية فإنه يصبح من الصعب اختراق الغطاء العشبي.

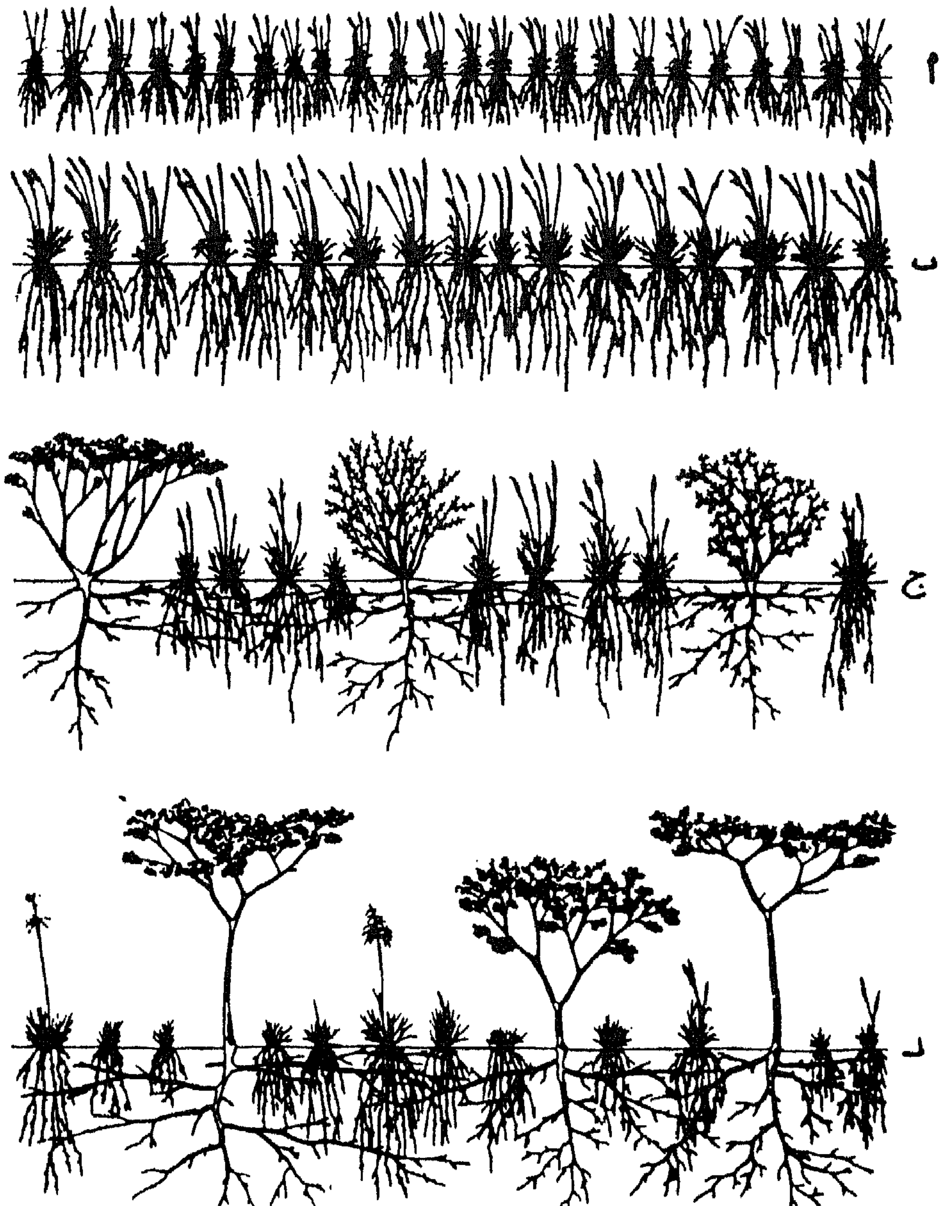
وتتميز الحشائش المعمرة في السافانا في أن النتح يبقى فيها مرتفعاً حتى في الحالات التي يقـل فيهـا محتـوى الـتر بـة من الماء مما ينتج عنه انخفاض في محتوى الخلايا من الماء وارتفـاع في الضغـط الأزمـوزي ومـوت موضعي للخـلايـا (Necrosis) يبدأ من أطراف

الأوراق ثم ينتقل تدريجيا إلى قواعدها، ومع جفاف التربة السريع يلاحظ تغير لون الحشائش الأخضر (التي تموت أوراقها) إلى لون أصفر بني خلال فترة وجيزة. ونظرا لأن الأنسجة الميرستيمية لمعظم الحشائش تقع عند قاعدة السلاميات فإنها تكون محمية من الجفاف بأغمدة الأوراق الجافة التي تحيط بمنطقة النمو، ونظرا لأن الأعشاب تحتاج إلى كميات قليلة من الماء، بعد موت الأوراق، لذا فإن الأعشاب تستطيع البقاء حية خلال فترة الجفاف الطويلة دون أن تحتاج إلى كميات كبيرة من الماء في التربة، وتعود الأعشاب إلى نشاطها الطبيعي وتعطي مجموعا خضريا جديدا عند انتهاء الفصل الجاف وسقوط الأمطار.

وتتميز النباتات الأخرى التي تكون الغطاء النباتي في السافانا بكونها جفافية أيضا، فالأشجار ذات جذع قصير نسبيا وغير مستقيم غالبا. ومع هذا توجد بعض الأشجار كبيرة الحجم ومستقيمة الجذع، ومن أهم تكيفاتها سقوط أوراقها في موسم الجفاف، أما الأشجار دائمة الخضرة فلها أوراق قاسية ومغطاة بالأوبار غالبا. وتتميز الأشجار بشكل تاجها المظلي والذي يعتقد أنه شكل من أشكال التكيف لتخفيف تأثير الرياح الشديدة، ذلك أن الرياح تلامس الطرف الضيق للتاج وبهذا تقل شدة النتح.

إن التوازن بين مكونات الغطاء النباتي (الأعشاب والنباتات الشجيرية والشجرية) في السافانا يحدده التنافس بين الأعشاب والشجيرات والأشجار وكذلك العوامل المناخية والعوامل الحيوية كالقطع والرعي، كما تلعب الحرائق دورا كبيرا في هذا التوازن.

مثال ذلك تغير الغطاء النباتي في جنوب غرب أفريقيا (Walter ١٩٧١)، ففي المناطق التي لاتزيد فيها كمية الأمطار السنوية عن ١٠٠مم تنمو الحشائش فقط ذلك أن الأمطار لاتبلل إلّا الطبقة السطحية من التربة (شكل ٤٣ مخطط ا) حيث تستنزفها الحشائش القصيرة بسرعة، وبعدها يموت الجزء العلوي من الحشائش، وفي مثل هذه الظروف فإن الشجيرات والأشجار لاتستطيع النمو وذلك لعدم توفر الكمية الكافية من الماء في التربة التي لاتفي باحتياجات الشجيرات أو الأشجار في فصل النمو وفي الفصل



شكل (٤٣) تعاقب أنماط الغطاء النباتي في السافانا الافريقية :

أ، ب ـ نباتات من الحشائش جـ ـ السافانا د ـ غابات جفافية

الجاف.

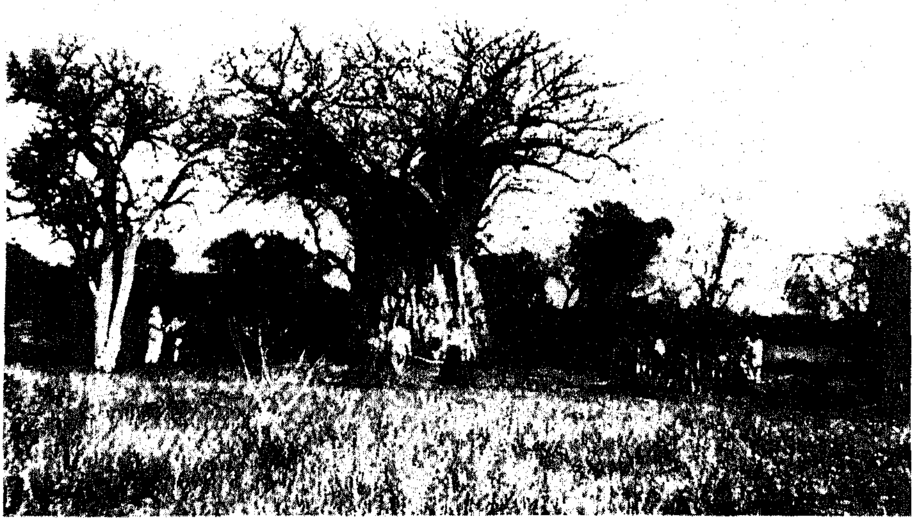
وحيثما تزيد معدلات الأمطار إلى ٢٠٠مم يزداد سمك طبقة التربة التي تبللها الأمطار مما يمكّن الأعشاب الطويلة من النمو حيث تجد الرطوبة الكافية (مخطط ب) وتستغل هذه الأعشاب كل ماء التربة في الصيف، أما في المناطق التي تزيد معدلات الأمطار عن ٢٠٠مم فيبقى في طبقات التربة كميات فائضة من الماء تزيد عن حاجة الأعشاب حتى في فصل الجفاف، الأمر الذي يتيح الفرصة للشجيرات بالنمو إلى جانب الأعشاب (مخطط جـ) وبازدياد معدل الأمطار تزداد كميات المياه الفائضة في التربة عن حاجة الأعشاب ويزداد معها عدد وحجم النباتات الخشبية (مخطط د) وتتحول السافانا الشجيرية إلى سافانا شجرية، وإذا وصلت كمية الأمطار السنوية إلى ٦٠٠مم تنمو عندها النباتات المدارية الجافة ساقطة الأوراق.

وتلعب الحرائق دورا هاما في التوازن بين النباتات العشبية والشجيرات والأشجار في السافانا، وذلك لأنها تضعف الأعشاب وتساعد على إنبات بذور نباتات الأكاشيا *Acacia* إذ تجعل قصرة البذرة أكثر نفاذية للماء. وقد أوضح El-Amin (١٩٧٦) أن الحرائق التي تنشب في أعشاب السافانا السودانية قد ساعدت كثيراً على انتشار أشجار الأكاشيا، إذ لاحظ أن إنبات بذور الطلح *Acacia seyal* يتم بنجاح في المناطق التي تعرضت للحريق، كما أن للحرائق آثاراً انتخابية أيضا وخاصة بين النباتات الخشبية، فالأنواع التي تبقى بعد الحريق هي الأنواع المتحملة للحرائق الكثيرة في السافانا أو التي تتمكن من تجديد نموها من الأجزاء تحت الأرضية، وقد وجد Walter (١٩٧١) أن للكثير من أشجار الأكاشيا براعم كامنة عند قمة الجذور Root collar وعلى عمق حوالي ٢٠سم تحت سطح التربة مما يحميها من تأثير الحرائق.

وتلعب العوامل الحيوية دورا هاما في زيادة كثافة الأشجار والشجيرات على حساب النباتات العشبية، وهذا ما نجده في أماكن رعي الحيوانات وأماكن تجمعها، إذ يعيق الرعي الجائر نمو الأعشاب وقد يقضي على القسم الأكبر منها وتقل كثافة الأعشاب وبالتالي تزداد كمية المياه التي تبقى في التربة والتي تزيد عن حاجة الأعشاب

قليلة النمو والكثافة، مما يساعد على زيادة نمو وكثافة الأشجار والشجيرات، على أن بادرات الشجيرات والأشجار لاتستطيع في الظروف الطبيعية منافسة الحشائش سريعة النمو إذ لاينجح إلا القليل من بادرات الأشجار والشجيرات لذا نجدها متناثرة ومتباعدة وسط الحشائش. وكلما ضعف نمو الحشائش وقلت كثافتها، بسبب الرعي الجائر، كلما زادت إمكانية بقاء بادرات الأشجار والشجيرات بحيث تشكل خلال سنوات قليلة أيكة غزيرة يصعب اختراقها في بعض الحالات. كما تساعد الحيوانات على زيادة إنبات الشجيرات في مناطق السافانا (El-Amin ١٩٧٦) ذلك أنها تتغذى على بذورها وثمارها التي يمر قسم منها خلال جهاز الحيوانات الهضمي دون أن يتلف الجنين ومن ثم تخرج مع فضلاتها وهي أكثر قدرة على امتصاص الماء والإنبات.

وتحتل السافانا في أفريقيا مساحات واسعة، بالمقارنة مع المساحات التي تحتلها في القارات الأخرى، وتتركز بشكل خاص في شرق أفريقيا إلى الجنوب من الصحراء الكبرى، ويتألف الغطاء العشبي فيها من نجيليات طويلة جفافية قاسية (جلدية)



شكل (٤٤) شجرة التبلدي (*Adansonia digitata*).

الأوراق والساق مثل جنس *Andropogon* و*Panicum* و*Chloris* وغيرها. أما الأعشاب ثنائية الفلقة فتلعب دورا ثانويا، ومن الأشجار نجد أنواع الأكاشيا وكذلك شجرة التبلدي *Adansonia digitata* الضخمة والتي تتميز بجذعها القصير والسميك (شكل ٤٤) والتي يستعملها سكان مناطق السافانا لخزن مياه الأمطار، حيث يُجوف الجذع وتخزن فيه المياه، كما تتميز أشجار التبلدي بعمرها الطويل والذي يتراوح من ٤ ـ ٥آلاف سنة.

الفصل الثاني

الصحارى وأشباه الصحارى شبه الاستوائية

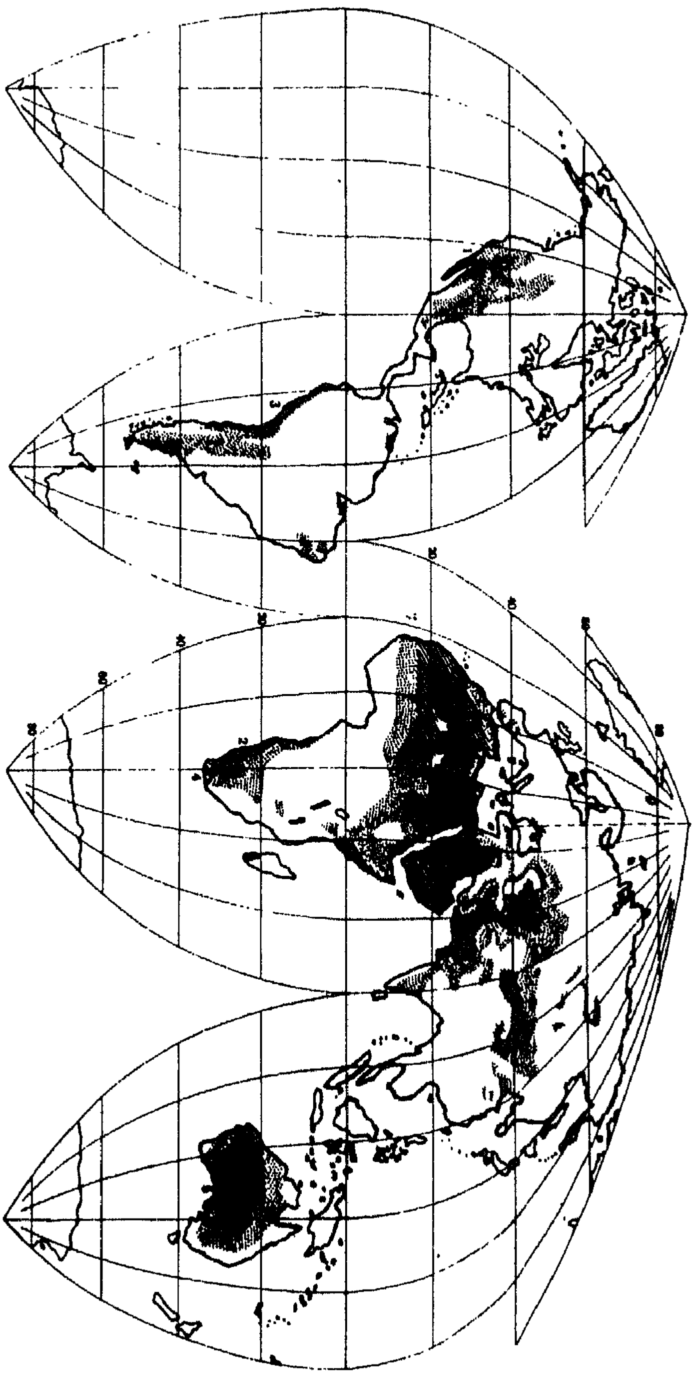
Subtropical Deserts and Semideserts

تعاني نباتات المناطق الجافة من قلة المطر في القسم الأكبر من السنة وذلك بسبب قلة الأمطار وزيادة التبخر، ولهذا فالغطاء النباتي فيها قليل الكثافة والنباتات ذات تكيفات مورفولوجية وتشريحية وفيزيولوجية تمكنها من تحمل الظروف غير المناسبة للنمو.

تشكل المناطق الجافة حوالي ٣٥٪ من سطح الكرة الأرضية وتنتشر في المنطقة شبه المدارية لنصفي الكرة الشمالي والجنوبي، وتمتد في آسيا وأمريكا الشمالية بعيدا نحو الشمال داخل المنطقة المعتدلة (شكل ٤٥).

وتسمى المناطق الجافة عادة بالصحارى Deserts ولكن مفهوم الصحارى نسبي وغير محدد (Petrov ١٩٧٣)، فبالنسبة لسكان أمريكا الشمالية يعتبر الجزء الجنوبي الغربي من الولايات المتحدة (على الحدود مع المكسيك) عبارة عن صحراء (صحراء Sonora) أما بالنسبة للمصريين الذين يعيشون في منطقة شديدة الجفاف فلا يعتبر ون شواطىء المتوسط المصرية صحراء بالرغم من أن الساحل المصري أكثر جفافا من صحراء Sonora وأفقر بالغطاء النباتي.

وتتميز الصحارى بقلة الأمطار إذ لاتزيد عن ٢٥سم في السنة، وهي بشكل عام أقل من ذلك بكثير، ففي مدينة بخارى (آسيا الوسطى) لاتزيد عن ١٣٥مم في السنة، وفي الصحراء السورية تتراوح بين ٥٠ ـ ٢٥٠مم، وفي القاهرة حوالي ٣٠مم وفي بعض مناطق اتاكاما حوالي ٥مم كما أن هناك بعض المناطق الصحراوية يصعب



شكل (٤٥) توزع المناطق الجافة ونصف الجافة على سطح الكرة الأرضية.

قياس كمية الأمطار التي تسقط فيها (Petrov ١٩٧٣).

يختلف نظام سقوط الأمطار من منطقة صحراوية إلى أخرى ويمكن إجماله فيما يلي:

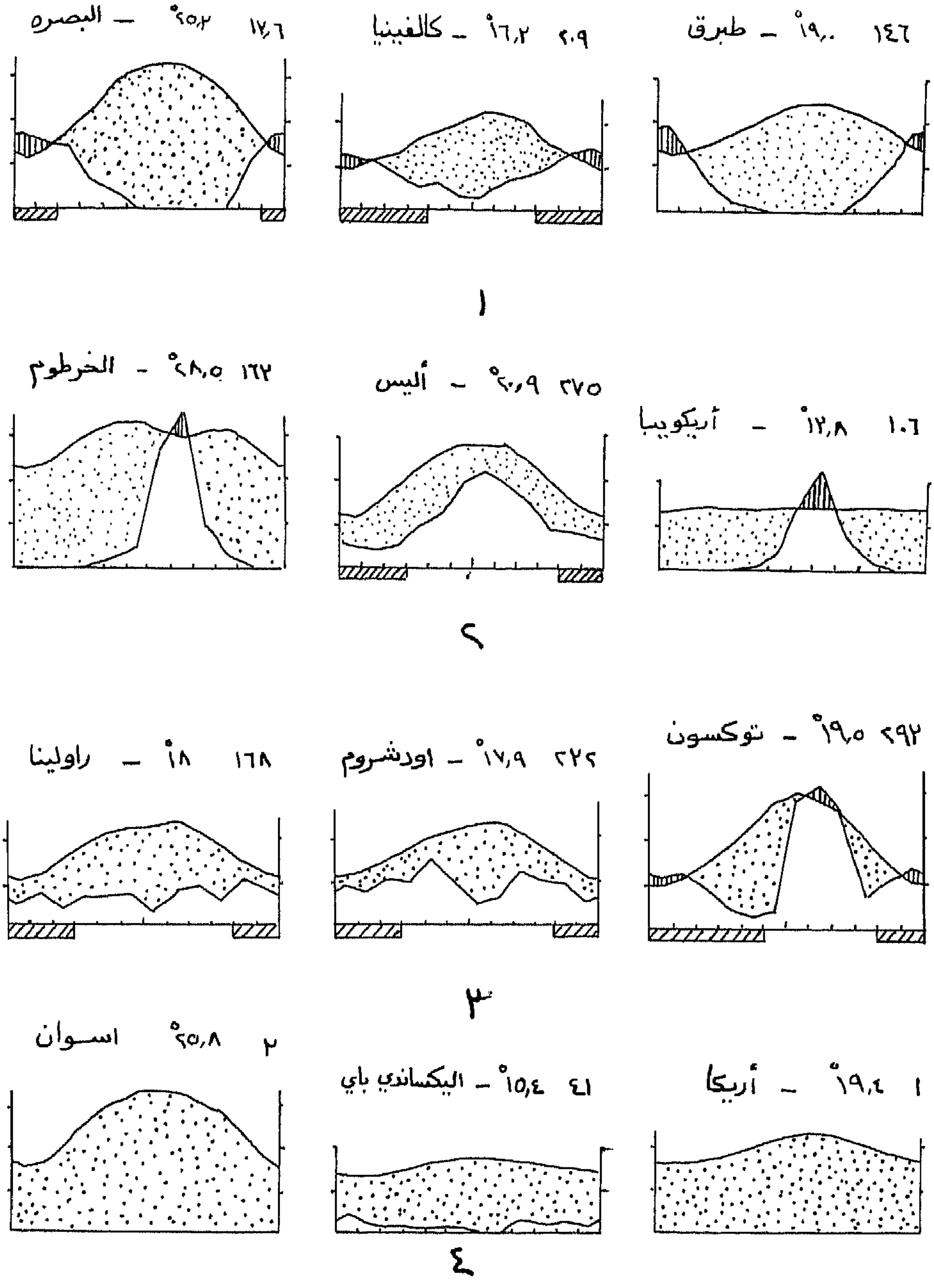
١ - الصحارى ذات الأمطار الشتوية وتشمل شمال الصحراء الكبرى وشمال الصحارى العربية وصحارى إيران وكاراكوم (آسيا الوسطى) وصحراء كارو Karoo والجزء الغربي من صحارى فيكتوريا في أستراليا وصحارى السواحل التشيلية عند خط العرض ٣٠ جنوب خط الاستواء وصحارى Sonora وغيرها (شكل ٤٦ - ا).

٢ - الصحارى ذات الأمطار الصيفية (النظام المداري) وتشمل جنوب الصحراء الكبرى وصحارى تار في باكستان وصحارى كالاهاري وصحارى شمال استراليا وغيرها (شكل ٤٦ - ب).

٣ - الصحارى التي تسقط فيها الأمطار في كل الفصول وليس فيها فترة رطبة، مثل منخفضات الارال - قزوين (استراخان) وصحارى غوبي والجزء الغربي من صحارى فيكتوريا في استراليا وبيرو وشمال تشيلي وبوليفيا وغيرها (شكل ٤٦ - جـ).

٤ - الصحارى شديدة الجفاف Extra arid والتي تسقط فيها الأمطار بشكل عرضي وتشمل وسط الصحراء الكبرى وجنوب الجزيرة العربية وشواطىء بيرو وشمال تشيلي وغيرها (شكل ٤٦ - د).

وتتميز الصحارى بأن رطوبة الهواء فيها منخفضة وخاصة في الصيف وتتراوح بين ١٥ و٢٥٪ ودرجة الحرارة مرتفعة وتغيراتها الفصلية في بعض المناطق كبيرة. وللرياح تأثير كبير في المناطق الصحراوية نظرا لهبوبها الدائم وملامستها لسطح التربة وانخفاض كثافة الغطاء النباتي وقصر النباتات وعدم تشكيلها حاجزا أمام الرياح. وتؤدي هذه الظروف غير المناسبة لنمو النباتات إلى زيادة شدة النتح من النباتات وزيادة التبخر من



شكل (٤٦) المخططات المناخية لبعض المناطق الصحراوية:

١ ـ مناطق شتوية ربيعية الأمطار
٢ ـ مناطق صيفية الأمطار
٣ ـ مناطق أمطارها على مدار العام
٤ ـ مناطق عديمة الأمطار تقريبا

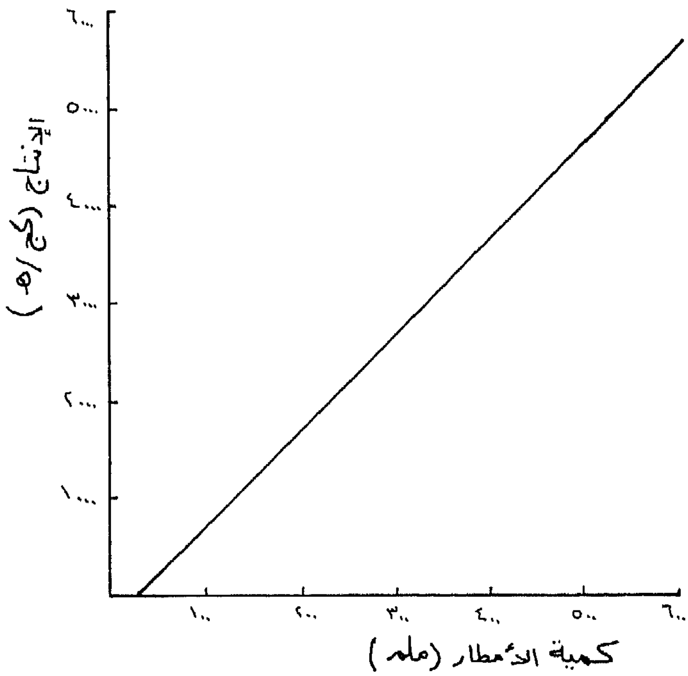
التربة. وتفوق كمية التبخر في المناطق الجافة كمية الأمطار بمرات عديدة (في المتوسط أكثر من ١٠ مرات) وتصل في بعض المناطق إلى درجات كبيرة، فمثلا في بعض مناطق الصحراء الجزائرية تفوق كمية التبخر كمية الأمطار بـ ٥٠ ـ ٦٠ مرة، وفي صحراء ليبيا تصل كمية التبخر السنوي إلى ٤٠٠ سم وتسقط الأمطار مرة كل ٤ ـ ٥ سنوات وفي المناطق الجنوبية الشرقية من الصحراء السورية يصل التبخر إلى ٣٥٠ سم بينما لاتزيد الأمطار عن ٥ سم إلا قليلا. ومما يزيد من قسوة مناخ الصحارى كون التربة غير خصبة، فبالإضافة إلى أنها قليلة الرطوبة فهي فقيرة بالمواد العضوية، وتكون في كثير من الأحيان مالحة وذلك لأن كمية الأمطار غير كافية لإذابة الأملاح من الطبقة السطحية للتربة (Walter ١٩٧١).

فلورة المناطق الجافة

تتشابه المناطق الجافة في كافة أنحاء الكرة الأرضية وهذا يعود إلى انخفاض كثافة الغطاء النباتي من ناحية وإلى تعاظم دور التربة في تشكيل المنظر العام للصحارى من ناحية أخرى. فإذا كان الغطاء النباتي في المناطق الرطبة يغطي سطح التربة ويحميها من الانجراف والتعرية، فالأمر يختلف في المناطق الصحراوية حيث الانجراف يؤدي إلى ظهور الصخور على السطح، ويصبح منظر الصحارى باستثناء المناطق المنخفضة، مشابهاً لمنظر المناطق الجبلية المرتفعة. وبالرغم من قلة الأمطار في المناطق الجافة فإن النباتات التي تنمو متباعدة عن بعضها البعض تجد الماء اللازم لنموها، فالدراسات التي جرت في السنوات الأخيرة تبين أن النباتات الصحراوية ذات المجموع الجذري المتطور والعميق تمد بالماء بنسبة لاتقل عن نباتات المناطق الرطبة. فلو حسبنا كمية الماء في المتر المربع من التربة في المناطق الجافة والرطبة وكتلة النباتات في هذه المساحة لوجدنا أن إمداد وحدة كتلة النباتات بالماء واحد تقريبا في كلتا المنطقتين وذلك لأن كتلة النباتات في المتر المربع في المناطق الجافة أقل بكثير منها في المناطق الرطبة.

ويمكن إيضاح العلاقة بين كثافة الغطاء النباتي وكمية الأمطار في حال ثبات كل عوامل الوسط وتغير كمية الأمطار فقط وهذا ما بيّنه الباحث Walter (١٩٦٤) في

جنوب غرب أفريقيا حيث تتناقص كمية الأمطار من ٥٠٠مم إلى الصفر (شكل ٤٧).



شكل (٤٧) إنتاج الغطاء النباتي من المادة الجافة (المجموع الخضري) وعلاقته بكمية الأمطار في جنوب غرب أفريقيا.

يتضح من الشكل أن إنتاج الغطاء النباتي يتناقص مع تناقص كمية الأمطار السنوية وقد بيّن فالتر (Walter ١٩٦٤) أن مساحة السطح الناتج أيضا (مساحة سطح الأوراق) تتناقص مع تناقص كمية الأمطار، فلو قسمنا كمية الأمطار الساقطة على مساحة معينة على السطح الناتج (في الغطاء النباتي) لوجدنا أنها متقاربة في المناطق الرطبة والجافة، وهذا يعني أن إمداد النباتات بالماء في المناطق الجافة والرطبة واحد تقريبا إذا حسبناه بالنسبة لكم النمو النباتي. ويلاحظ في المناطق شديدة الجفاف والتي يسقط فيها أقل من ١٠٠مم من الأمطار سنويا عدم تجانس الغطاء النباتي، ففي بعض الأمكنة يكون كثيفا وفي بعضها نادراً، وهذا ينتج عن عدم تجانس رطوبة التربة والذي

يعود بدوره للتضاريس التي تسبب سيلان مياه الأمطار، ففي الأمكنة المرتفعة أوغير المستوية تكون التربة أقل رطوبة من المناطق المنخفضة والأودية، وهذا يسبب عدم التجانس في الغطاء النباتي، إذ تمد ترب الأمكنة المنخفضة والأودية النباتات بالماء كما في المناطق الرطبة، وقد استغل الإنسان ظاهرة السيلان منذ القدم ووجه السيول السطحية إلى المناطق المنخفضة واستغلها للزراعة. وقد اكتشفت في السنوات الأخيرة (Evenari وزملاؤه ١٩٦١) في صحراء النقب، نظمُ ريٍّ قديمة (مصاطب وسدود) تجمع المياه من الأماكن المرتفعة وتوجهها إلى الأمكنة المنخفضة، وقد أعيد استعمال هذه النظم وبالتالي زراعة الأماكن المنخفضة، هذا وقدرت كمية المياه التي تتجمع من السيول السطحية بـ ٢٠ ـ ٤٠٪ من كمية المياه الساقطة في الأمكنة المرتفعة.

ونظرا لتنوع النظم المناخية والترب واتساع المناطق الصحراوية فإن فلورة الصحارى غنية نسبيا بالأنواع النباتية التي تنتسب إلى أنماط بيولوجية Life forms مختلفة وتصنف هذه الأنماط البيولوجية في مجموعتين مختلفتين: الأولى تتحاشى الجفاف وتتم دورة نموها في الفترة الرطبة من السنة والثانية تتم جزءا كبيرا أو صغيرا من دورة نموها في الفترة الجافة من السنة، وهي على النحو التالي (Lemee ١٩٦٧):

١ ـ المجموعة الأولى

وتشمل:

أ ـ النباتات الحولية **Ephemerals**

والتي تغطي تربة الصحارى بعد سقوط الأمطار مباشرة وأغلبها من النباتات الحولية Therophytes وتزهر بعد أن تكون عدة أوراق كما أن بذورها تنضج بسرعة كبيرة فمثلا *Boutelous aristidoides* وهو عشب صيفي ينمو في كاليفورنيا تنضج بذوره بعد أربعة أسابيع من الإنبات، و*Boerhavia repens* وهو عشب يعيش في الصحراء الكبرى يمكن أن يستكمل دورة حياته وتنضج بذوره بعد عشرة أيام من إنباته (Lemee ١٩٦٧).

ب ـ النباتات العشبية المعمرة Ephemeroids

وعـددهـا قليـل وتوجد بشكل أساسي في المناطق الجافة، ولها سوق أرضية معمرة مطمـورة في الـتربة على شكل ريزومات أو أبصال أو كورمات وتكون الأوراق والأزهار خلال عدة أسـابيـع وذلـك في الفترة الرطبة مثل *Carex physodes* و*Carex desertorum* التي تعيش في صحـارى تركستـان وكـذلـك *Dipcadi* الموجود في الصحراء الكبرى وفي صحراء الجزيرة العربية.

٢ ـ المجموعـة الثانيـة

وتشمـل:

ا ـ الأشجـار والشجـيرات المـرتفعـة، ذات الجـذور النامية والتي تخترق التربة لتصـل إلى طبقـات الأرض الـرطبـة، وأوراقهـا صغـيرة ومتكيفة لتحمل الجفاف مثل الأكاشيا *Acacia* الموجودة في الصحراء الكبرى وصحراء المملكة العربية السعودية واستراليا.

ب ـ الشجـيرات القصـيرة Nanophanerophytes والـ Chamaephytes وتكـون فترة نموها النشطة في الفترة الرطبة الباردة نسبيا وفروعها طويلة وأوراقها كبيرة نسبيا، ويبطىء نمـوهـا في بدايـة الفصـل الجـاف وتتشكـل عنـدها فروع قصيرة تحمل أوراقا صغيرة جفافية، وفي منتصف الفصل الجاف تبدأ أوراقها بالموت باتجاه قمة الفروع وفي بعض الأحيـان يمـوت جزء من الفـروع نفسهـا، مثـل الشيح *Artemisia* والسميرنوفا *Smirnova turkestanica* و*Larrea divaricata* وغيرها.

جـ ـ الشجـيرات عديمـة الأوراق أو ذات الأوراق الحـرشفية مثـل العلنـده *Ephedra* والارطى *Calligonum comosum* والمـرخ *Leptadenia pyrotechnica* والغضـا *Haloxylon persicum* والعجـرم *Anabasis articulata* وغـيرهـا. ويقـل النتـح في هذه النباتات في الفترة الجافة عن طريق سقوط الفروع الطويلة أو عن طريق جفاف أنسجة

القشـرة. كما يوجـد بعض الأنـواع التي تشكـل مرحلة انتقـالية بين المجموعتين (ب)، (جـ) وهي تلك التي تشكل أوراقا صغيرة جدا فقط في الفترة الرطبة مثل الرتم *Lygos raetam* أو تلك التي تحمـل أوراقـا وهي فتيـة مثـل السِّلَّه *Zilla spinosa* وتقوم الساق في هذه النباتات بعملية البناء الضوئي.

د ـ النجيليـات ذات الأوراق الملتفـة مثـل *Aristida pungens* و*Andropogon* وغيرها وجذورها متطورة وغالبا ما تحاط بقلنسوة من الرمل.

هـ ـ النباتات العصارية Succulents التي تكثر في صحارى أمريكا وبعض مناطق جنوب غرب أفريقيا، وفيها النتح منخفض ومجموعها الجذري سطحي، وتختزن الماء في الفترة الرطبة القصيرة.

وأهم مناطق الصحارى في العالم التالية:

الصحـراء الكـبرى

تمتـد الصحـراء الكـبرى على مساحات واسعة في شمال أفريقيا، وتقدر مساحتها بحوالي ٩ مليون كم² وتختلف الأمطار فيها من منطقة إلى أخرى سواء في فترة سقوطها أو كميتهـا، ففي الصحـراء الجزائرية تسقط الأمطار بشكل أساسي في الخريف والربيع أمـا في الصحـراء الليبيـة والمصـرية فلا يلاحظ قاعدة عامة لسقوط الأمطار، وهي نادرة بشكل عام. ودرجة الحرارة مرتفعة وتتراوح بين ٥,٧°م شتاء و٤,٥٢ درجة صيفا. أما درجة حرارة سطح التربة فتصل في الصيف إلى ٦٩,٨ ـ ٧٤,٤ درجة مئوية.

وفلورة الصحـراء الكـبرى فقـيرة بالأنـواع النباتية ويعتقد Ozenda (١٩٥٨) أن فلورة الصحراء الكبرى من المحيط الأطلسي إلى البحر الأحمر تحتوي على ١٢٠٠ نوع نبـاتي زهـري، هذا وفي بعض المنـاطق تكـاد الحياة النباتية أن تكون معدومة فقد وجد البـاحث Monod (١٩٥٨) على مسـاحة قدرها ٥٠ ألف كم² سبعة أنواع نباتية زهرية

فقط في حين أن بعض المناطق غنية نسبيا بالنباتات إذ وجد على مساحة تقدر بـ ٢٠٠ ألف كم٢ حوالي ٥٦٨ نوعا نباتيا (Tolmatchev ١٩٧٤) . وتكثر النباتات بصورة خاصة حول الـواحـات ومن أهم تلك الأنـواع النخيل *Phoenix dactylifera* ، وعدد من أنواع جنس الأكـاشيـا *Acacia* التي يستخرج منها المواد الصمغية ، ويوجد في المناطق الجنوبية من الصحـراء الكـبرى الدوم *Hyphaene thebaica* ، ومما يسترعي الانتباه كثرة الأنواع العشبية الحولية Ephemerals.

وتكثر في المناطق الرملية النجيليات من جنس *Aristida* وخاصة *Aristida pungens* التي تملك مجموعاً جذرياً سطحياً غزير التفرع يصل طوله إلى ٢٠م ، يمكنه امتصاص حتى الكميـات القليلة من ميـاه الأمطـار التي تبلل سطـح الـتربـة . وينعـدم في بعض المناطق وخاصة في وسط الصحراء الكبرى وجود النباتات على مساحات واسعة .

الصحـراء العربيـة

تشمل الصحراء العربية عدة مناطق أغلبها ذات تربة رملية : الربع الخالي والنفود الكـبرى والنفـود الصغـرى والحسـا ، وفي الطـرف الشمالي للجزيرة العربية توجد بادية الشـام ، ويحـد صحـارى شبـه الجزيرة العربية من الغرب جبال الحجاز وعسير المجاورة للبحر الأحمر.

ويتميـز المنـاخ في الصحـراء العربية بصيف حار جاف وشتاء دافىء نسبيا والأمطار قليلة كما هو واضح في الجدول التالي (انظر شكل ٥٨) :

بعض المعلومات المناخية لمناطق شبه الجزيرة العربية
(عن Petrov ١٩٧٣).

المدينة	الارتفاع عن سطح البحر (م)	متوسط حرارة كانون الثاني	متوسط حرارة تموز	متوسط الحرارة السنوي	كمية الأمطار السنوية مم
دمشق	٧٠٠	٦,٨	٢٦,٦	١٧,٢	٢٣٥
تدمر	٤٢٠	٦,٩	٢٩,٢	١٨,٨	٩٣
جدة	٦	٢٣,٩	٣١,٧	٢٧,٩	٦٥
البصرة	١٤	١١,٧	٣٤,٩	٢٤,١	١٧٥
مسقط	٢٩	١٧,٧	٣٣,٧	٢٥,٦	١٠٠
الرياض	٦٠٠	١٤,١	٣٣,٤	٢٥,٣	١١٠

المناطق الداخلية ذات مناخ شديد القارية وتسقط الأمطار بشكل أساسي في الفترة الشتوية ـ الربيعية وتختلف كميتها من عام لآخر، وفي المناطق الجنوبية كالربع الخالي قد لاتسقط الأمطار لعدة سنوات، و الرياح دائمة الهبوب وشديدة والمياه الجوفية عميقة.

ونظرا لقسوة المناخ نجد أن الصحراء العربية فقيرة بالنباتات فالمناطق الوسطى من الجزيرة العربية ذات الترب الرملية الحمراء تتميز بوجود الأنواع المعمرة التالية: *Artemisia monosperma, Calligonum comosum,* الأرطى *Scrophularia desertii Monsonia nivea* ويصادف كذلك الثمام *Panicum turgidum* ومن أهم الأنواع العشبية، السعدان *Neurada procumbens*. كما توجد شجرة الغضا *Haloxylon persicum*. أما على الرمال المتحركة فلا نجد أي نوع نباتي تقريبا. ويوجد على الترب الحصوية القتاد *Astragalus spinosus* أما على الترب الرملية ـ الطينية فنجد الصمعاء *Stipa capensis* والشيح *Artemisia herba-alba* والسِّلّه (الشبرم) *Zilla spinosa* والرمث

Hammada salicornia والعـوسج *Lycium shawii* والبعيثران *Achillea fragrantissima* وغـيرهـا. ومن أهم الأعشـاب الحـولية أنواع من أجناس *Plantago* والنصى *Aristida* والـرقـه *Helianthemum* والسعـدان *Neurada*. أهم النبـاتـات الملحيـة هي الغضـا *Haloxylon persicum* والـرمث *Hammada elegans* والرغل *Atriplex* والعجرم *Anabasis* والحمض *Salsola* والشنـان *Seidlitzia rosmarinus* وغـيرها. وتحتل بادية الشام مساحة صغيرة بالمقارنة مع المناطق الجنوبية من شبه الجزيرة العربية ومناخها حار صيفا [متوسط درجة حرارة تموز (يوليو) في تدمر ٢٩,٢ درجة مئوية] ودافىء شتاء [متوسط درجة حرارة كانـون الثـاني (ينـايـر) ٦,٩ درجـة مئوية] ولكن تنخفض درجة الحرارة في الشتاء تحت الصفر كل عام تقريباً ومتوسط الأمطار السنوية حوالي ١٠٠ ـ ٢٠٠مم وتشكل النباتات مراع جيدة في السنوات الرطبة وأهم النباتات الشجيرية المعمرة *Hammada articulata, Artemisia herba-alba, Artemisia monosperma, Artemisia scoparia* ومن النبـاتـات العشبية نذكر النصى *Aristida* و*Poa* وغيرها.

صحراء أمريكا الوسطى والشمالية

وتتراوح كمية الأمطار فيها بين ١٢٠ و٢٥٠مم لذلك نجد أن الغطاء النباتي فيها كثيف نسبيا ويسود فيها *Artemisia tridentata* وكذلك *Larrea tridentata* وهي عبارة عن جنبـة (ارتفـاعهـا ١ ـ ١,٥م) ذات أوراق صغـيرة ومجموع جذري عميق كثير التفرع ويـرافقهـا جنبـة أخـرى أصغر منها هي *Franseria dumosa* وكثير من النباتات العشبية الحـوليـة Ephemerals والنبـاتـات العصـاريـة Succulents ، واليوكا *Yucca* وفي قاعدة الجبـال والمنـاطق المنخفضـة حيث الـتربة رطبة نجد أن الغطاء النباتي له طبيعة أخرى حيث تكثـر شجـرة *Prosopis* التي يصـل ارتفـاعهـا إلى ١٢م وكـذلك السنط *Acacia* و*Parkinsonia* و*Celtis* وغـيرهـا. وأمـا على السفـوح والمرتفعات حصوية التربة فتوجد النبـاتـات العصـاريـة Succulents مثـل الاجـاف *Agava* و*Dasylirion* واليـوكا *Yucca* والصبار *Opuntia* وغيرها.

صحراء آسيا الوسطى

وتتميز باختلاف مناخها حيث تقسم إلى شمالية (جنوب كازاخستان) تسقط فيها الأمطار على مدار السنة تقريبا، وجنوبية تسقط فيها الأمطار في الشتاء والربيع، وحسب طبيعة التربة تقسم هذه الصحارى إلى صحارى طينية ورملية وملحية.

وتتميز الصحارى الطينية بانتشار الشيح *Artemisia herba-alba* بالإضافة إلى أنواع الفصيلة السرمقية Chenopodiaceae مثل العجرم *Anabasis salsa* و*Atriplex cana* والغضا *Haloxylon aphyllum* (شجيرة حتى ٤ ـ ٥م عديمة الأوراق) وغيرها بالإضافة إلى الأعشاب الحولية Ephemerals والأعشاب المعمرة Ephemeroids مثل نباتات *Carex physodes* ، *Carex pachystylis* و*Poa bulbosa* وغيرها.

ونجد في الصحارى الملحية، التي تنتشر بشكل أساسي على ضفاف نهري أموداريا وسيراداريا وفي المناطق المنخفضة، النباتات الملحية Halophytes وقسم من هذه النباتات عصاري Succulent مثل *Halochnemum strobilaceum* ، *Halostachys* ، *Salicornia herbacea* و*Caspica* ، وغيرها كما تصادف بعض الأنواع المفرزة للأملاح والتي تشكل بعد جفافها بلورات ملحية على سطح الأوراق مثل *Frankenia* والطرفة *Tamarix* و*Reaumuria* وغيرها وتوجد بعض المناطق التي لاتحوي أي نوع نباتي وذلك لارتفاع ملوحة التربة.

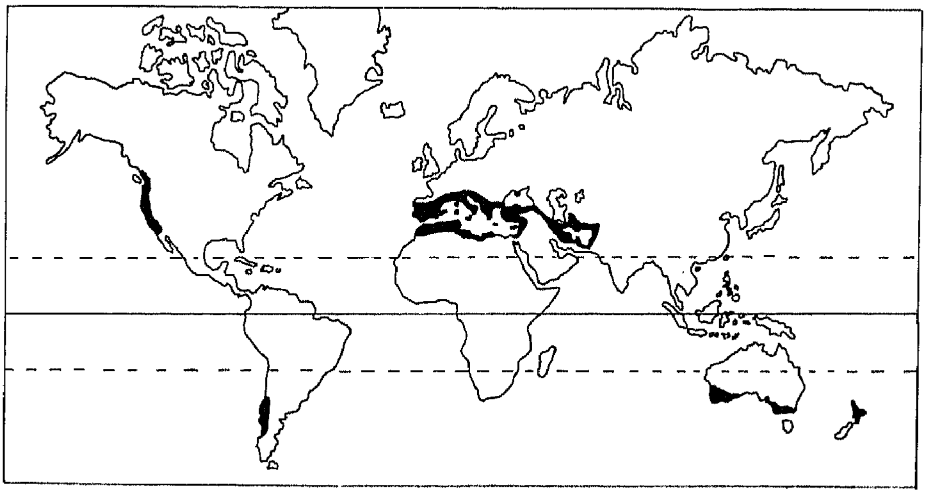
وتشكل الصحارى الرملية القسم الأكبر من صحارى آسيا الوسطى، وهي ذات غطاء نباتي أكثر كثافة من بقية الصحارى الأخرى ويعود هذا إلى أن التربة الرملية تمتص كل المياه التي تسقط عليها، كما أن الخاصة الشعرية عندها ضعيفة ولهذا لاتجف إلى أعماق كبيرة، كما أن البخار الموجود بين حبيبات الرمل يمكن أن يتكثف ليلا عندما تنخفض درجة حرارة التربة ويؤدي إلى زيادة الرطوبة. ويوجد على التربة الرملية بالإضافة إلى النباتات العشبية كثير من الشجيرات مثل الأرطى *Calligonum* (حوالي ٣٠ نوعا) و*Ammodendron* (حوالي ٥ أنواع) والطرفة *Tamarix* والغضا *Haloxylon persicum* وغيرها.

الفصـــل الثالث

الغابات قاسية (جلدية) الأوراق

Sclerophyllous Forests

توجـد الغـابـات قاسيـة الأوراق في شواطىء البحـر الأبيض المتـوسـط وتمتد في المناطق الجبليـة حتى تصـل إلى أفغـانستـان ، كما توجـد في أمـريكـا الشمالية في وسط وجنوب كاليفورنيا وفي أمريكا الجنوبية في وسط تشيلي وفي أفريقيا في جنوب غرب منطقة الكاب وكـذلـك في جنـوب وجنـوب شرق اسـتراليـا ، أي أن هذه الغـابات توجد في القارات الخمس (شكل ٤٨) وسنأخذ كمثال لها الغابات الموجودة في حوض البحر الأبيض المتوسط .



شكل (٤٨) منطقة انتشار الغابات دائمة الخضرة قاسية الأوراق (غابات البحر الأبيض المتوسط) .

إن فلورة حوض البحر المتوسط التي كانت سائدة في بداية الحقب الثالث معروفة بشكل جيد إذ أنها كانت تتألف من أنواع مدارية وشبه مدارية ومنذ الحقب الثالث أخذت تنقرض الأنواع المدارية واستبدلت بها أنواع متوسطية حقيقية نشأت من الفلورة المدارية من جهة وبأنواع من المناطق المعتدلة التي وسعت رقعة انتشارها من ناحية ثانية، والتغيرات المناخية التي حدثت في الحقب الرابع أحدثت تغيرات قليلة في الفلورة حيث أدت إلى انقراض الأنواع المحبة للحرارة وللرطوبة المرتفعة.

وتدل الدراسات التي أجريت في جنوب فرنسا في طبقات الأيوسين (Laurent ١٩١٢) أن الأنواع التي كانت سائدة في الفلورة هي من النخيل *Phoenix* والدفلة *Nerium* و*Cinnamomum* ومن الفصائل Sterculiaceae وArtocarpaceae وAnonaceae وSapotaceae وغيرها. واعتبارا من الأوليجوسين بدأ تمايز هذه الفلورة إذ بدأ انقراض الأنواع المحبة للحرارة Megatherms والمحبة للرطوبة Hygrophytes ، وكان يسود في هذه الحقبة في الغطاء النباتي الأنواع المدارية إلى جانب القليل من أنواع المناطق المعتدلة مثل الصفصاف والحور. وابتداء من نهاية الأوليجوسين أخذت الأنواع المدارية بالانقراض، وأخذ يتعاظم دور الأنواع السائدة حاليا، كما أخذ يزداد دور الأنواع ساقطة الأوراق، ويمكن القول أن أهم تغير في فلورة البحر المتوسط هو أن الأنواع المدارية أخذت تلعب دورا ثانويا بينما ازداد دور أنواع المناطق المعتدلة (Wulff ١٩٤٤).

وانطلاقا من مستحاثات (حفريات) البليوسين يمكن القول أن فلورة حوض البحر المتوسط في البليوسين (Wulff ١٩٤٤) كانت تتألف من العناصر الثلاث التالية:

ا - العنصر المميز حاليا لجزر الكناري مثل الغار الكناري *Laurus canariensis* و*Persea indica* و*Ocotea foetens* وأنواع الـ *Ilex* و*Celastrus* وغيرها.

ب - عنصر البحر المتوسط الحالي مثل الدفلة *Nerium oleander* والدردار *Fraxinus ornus* والسنديان *Quercus ilex* والجوز *Juglans regia* و*Buxus sempervirens* وكذلك النخيل القزم *Chamaerops humilis*.

جـ ـ الأنـواع التي تدخـل في فلورة جنـوب شرق آسيـا وشـمال أمـريكـا مثـل *Cinnamomum* والماغنوليا *Magnolia* وغيرها .

وكـان للتغـيرات المنـاخيـة التي حدثت فيـها بعـد البليوسين (العصور الجليدية في أوروبـا) تأثـير كبـير على فلورة البحـر المتـوسـط حيث كانت تترافق العصور الجليدية بفـترات ماطـرة في هذه المنطقـة والعصـور بين الجليدية بفترات جافة أدت إلى تكوين مركز لنشوء النباتات الجفافية Xerophytes وإلى انقراض الأنواع المدارية كليا وهذا أدى بدوره إلى إفقـار فلورة البحـر المتـوسـط الغنيـة ، كما أدت التغـيرات المناخية في الحقب الـرابـع إلى انـدفـاع الأنـواع الشـمالية والمعتدلة إلى منطقة البحر المتوسط وإلى انتشار التشكيلات السهبية Steppe formations إلى الجنوب .

تضم فلورة البحـر المتـوسط الحالية حسب ريكلي (Rikle ١٩٤٣ ـ ١٩٤٨) ١٧١ فصيلة و١٦٤٩ جنسا و١٩٩٣٤ نوعا ، وأغلب هذه الأنواع تنتسب إلى الفصائل المركبة (٣٠٢١ نوعـا) والقـرنيـة (١٩٧٤ نوعـا) والقـرنفلية (١٢٢٥ نوعا) والصليبية (١٣٠٨ أنواع) والنجيلية (١٠٠٨ أنواع) .

ويشكل عنصر البحر الأبيض المتوسط القسم الأكبر من هذه الأنواع ويصل عدد الأنـواع التي تنتمي لعنصـر حوض البحـر الأبيض المتـوسط إلى ٥٠٪ من العدد الكلي للأنـواع ، أمـا الأنـواع البـاقيـة فتنتمي إلى العنصـر المكـاري أو الآسيـوي الشرقي أو الأوروبي التي دخلت إلى منطقة البحر المتوسط في أزمنة مختلفة ، وتلعب هذه العناصر الثلاثة دورا ثانويا في الجزء المركزي للبحر المتوسط ، أما في أطرافه فيزداد دورها أهمية في الغطاء النباتي .

تتميـز فلورة البحـر المتـوسـط بغنـاها بالأنواع النباتية المتوطنة وذلك بسبب انعزال أجـزاء من منطقـة البحـر المتـوسط عن القارة بالبحر أو الجبال المرتفعة أو الصحارى من جهـة وبسبب تنـوع الظـروف البيئيـة من ناحية أخرى ، ويصل عدد الأنواع المتوطنة في حوض البحر المتوسط إلى ٤٠٪ من مجموع الأنواع التي تعيش في هذه المنطقة .

مناخ حوض البحر الأبيض المتوسط

تحمل المنخفضات الجوية القادمة شتاء من ايسلندا باتجاه أوروبا الأمطار الغزيرة إلى منطقة المتوسط، أما في الصيف فعلى العكس إذ ينتشر المرتفع الجوي الازوري إلى جنوب أوروبا ويبعد المنخفض الجوي نحو الشمال ونتيجة لذلك تصبح منطقة البحر المتوسط في مجال المناطق شبه المدارية الجافة، ويلطف من حدة جفاف الصيف في المناطق الغربية من البحر المتوسط قربها من المحيط الأطلسي، أما في المناطق الشرقية فالجفاف شديد.

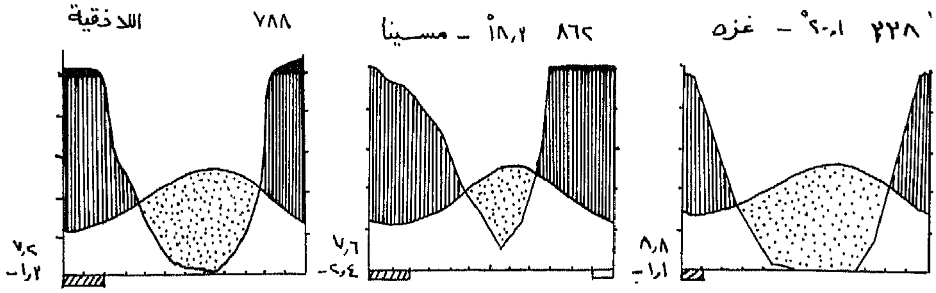
ويعنى بمناخ المتوسط نمط من المناخ يسود في حوض البحر الأبيض المتوسط وفي مناطق أخرى من الكرة الأرضية مثل كاليفورنيا والجزء المتوسط من تشيلي والجزء الغربي من الكاب وجنوب غرب استراليا وغيرها. وتعتبر كمية الأمطار وتوزعها على مدار السنة من أهم ميزات مناخ المتوسط، فالصيف حار وجاف والشتاء معتدل وماطر ويمكن تمييز المناطق التالية:

ا - مناطق ذات صيف غير ماطر (لايسقط فيه أكثر من ٥٠مم من الأمطار). وتسقط الأمطار بشكل أساسي في بداية الشتاء، وتشمل شمال أفريقيا وجنوب أسبانيا وسردينيا وجنوب إيطاليا ووسط اليونان وشرق البحر المتوسط وشواطىء آسيا الصغرى (شكل ٤٩ - ا، جـ) المطلة على البحر المتوسط وإلى الشرق حتى آسيا الوسطى.

ب - مناطق ذات صيف قليل الأمطار (٥٠ - ١٠٠مم) وتسقط الأمطار في الربيع والخريف ونجد هذا المناخ في شمال اسبانيا (باستثناء الشواطىء الأطلسية) وشواطىء فرنسا والشواطىء الغربية لوسط ايطاليا والبانيا ووسط اليونان والشواطىء الغربية لبحر ايجه والجزء الشمالي من آسيا الصغرى وشواطىء القرم الجنوبية (شكل ٤٩ - د).

جـ - المناطق الشمالية الانتقالية. حيث تسقط الأمطار على مدار السنة تقريبا ولكنها تبلغ الحد الأقصى في الربيع والخريف والحد الأدنى في الصيف، وتشمل

شواطىء شمال أسبانيا وشمال ايطاليا وغيرها (شكل ٥١).



شكل (٤٩) المخططات المناخية لمنطقة حوض البحر الأبيض المتوسط.

تختلف كمية الأمطار من منطقة لأخرى (متوسطها حوالي ٧٦٠مم) وتقل من الشمال نحو الجنوب، فبينما هي في شواطىء أسبانيا حوالي ١٠٠٠مم نجدها لاتزيد في بعض شواطىء أفريقيا عن ٢٠٠مم وتسقط الأمطار غالبا على شكل رخات تؤدي إلى جرف التربة.

ورطوبة الهواء في الصيف منخفضة حوالي ٣٧ ـ ٥٠٪ وهذا حسب رأي Wulff (١٩٤٤) لعب دورا كبيرا في انقراض فلورة الحقب الثالث المحبة للرطوبة الجوية Hygrophytes.

وتزداد درجة الحرارة من الشمال نحو الجنوب ومتوسط درجة الحرارة على شواطىء البحر الأسود ١١ ـ ١٥°م وفي غرب البحر المتوسط ١٦°م وفي شمال أفريقيا حوالي ٢٠°م وتصل درجة الحرارة الدنيا المطلقة في كثير من مناطق البحر المتوسط إلى تحت الصفر (جبل طارق -١,١، غزة -١,١، وقد تصل إلى -٦ وأكثر) ولكنها في بعض المناطق لاتصل إلى الصفر مثل القاهرة وبيروت، وصقلية وطرابلس وغيرها. والندى قليلا ما يتكون ويسبق عادة الأيام الماطرة وكميته تقدر بحوالي ١,٨مم في السنة (Walter ١٩٧٣) ويعني هذا أن ليس للندى تأثير في تغيير الظروف المناخية.

الغطاء النباتي في منطقة البحر المتوسط

لقد بقيت الغابات الممثلة لحوض البحر الأبيض المتوسط في أماكن محدودة وهي في الأغلب الأمكنة المرتفعة وصعبة المنال. أما في الأمكنة المنخفضة والقريبة من سطح البحر والتلال فقد استبدلت بشكل كامل تقريبا وحلت محلها النباتات الزراعية أو التشكيلات النباتية المتراجعة والفقيرة بالأنواع النباتية وفي الأمكنة شديدة الانحدار لم يبق، نتيجة لقطع الغابات ونتيجة لتعرية وانجراف التربة، إلّا التربة الصخرية.

وبسبب طبيعة تضاريس حوض المتوسط المتمثلة بالجبال المطلة على البحر، يتغير الغطاء النباتي من سطح البحر وحتى قمم الجبال ويمكن تمييز النطاقات الارتفاعية التالية:

١ ـ النطاق السفلي: ويتألف من غابات متوسطية دائمة الخضرة قاسية الأوراق وغابات مخروطية متوسطية.

٢ ـ النطاق متوسط الارتفاع ويتألف من غابات ساقطة الأوراق وغابات مخروطية.

٣ ـ النطاق العلوي: ويتألف من شجيرات وأنجم جفافية قصيرة.

يتغير ارتفاع النطاقات المختلفة من الشمال إلى الجنوب، كما أنه غالبا ما ينمو على السفوح ذات الارتفاع الواحد، والتوجه المختلف، أنماط مختلفة من الغابات، ويوجد العديد من الأنواع النباتية التي تنمو في نطاقات مختلفة وتنتمي هذه الأنواع إلى الأنواع الجفافية.

وسنتكلم عن النطاقات الثلاثة بشيء من التفصيل.

١ ـ النطـاق السفلـي

ونجد فيه:

ا ـ الغابات دائمة الخضرة قاسية الأوراق.
ب ـ الغابات المتوسطية المخروطية.

ا ـ الغابات دائمة الخضرة قاسية الأوراق

وتنمـو هذه الغابات غالبا على تربة البحر الأبيض المتوسط الوردية Terra-Rosa وعلى تربة ناجمة عن تراجعها. ويسمى هذا النطاق غالبا بنطاق السنديان *Quercus ilex* (Schmidt ١٩٤٩)، أو نطاق الزيتون (Eberle ١٩٦٥) (انظر Takhtajan ١٩٧٨).

تنتشـر هذه الغـابـات في المنـاطق ذات المناخ المتوسطي المثالي حيث الشتاء معتدل ورطب والصيف حار وجـاف ويستمـر عدة أشهـر، لذا فإن معظم أنـواع هذه الغابات (باستثناء بعض المناطق المحدودة الرطبة) جفافية ولايتوقف النمو الخضري في مكوناتها شتـاء حتى أن بعض الأنـواع تزهـر وتثمـر في الشتـاء، أما في الصيف الحار والجاف فإن بعض الأنـواع تسقـط جزءا من أوراقها وحتى جزءا من الفروع. وأغلب الأنواع دائمة الخضـرة ذات أوراق صغـيرة قاسيـة وجفـافيـة والأنسجـة الـدعـامية فيها بالغة النمو، والأزهـار في أغلبهـا جميلة متعـددة الألـوان وكثـير من الأنـواع يفـرز مواد عطرية يؤدي تبخـرهـا إلى خفض درجـة حرارة الأوراق وبـالتالي تقليل النتح، والبراعم محمية قليلا بالحراشف وتوجد هذه الغابات في كافة شواطىء المتوسط عدا الشواطىء الليبية والمصرية.

تتواجد هذه الغابات في الأجزاء الشمالية من المتوسط على ارتفاع ٣٠٠ ـ ٥٠٠م، أما في الأجزاء الجنوبية فتوجد على ارتفاع ١٥٠٠ ـ ١٨٠٠م وخاصة في جبال الأطلس.

ونتيجة لنشاط الإنسان خلال آلاف السنين فإن الغابة الأولية الممثلة لهذا النطاق قد تراجعت ولم تبق إلا في أماكن محدودة وقليلة، وتوضح الدراسات التي أجراها براون ـ بلانكييه (Braun-Blanquet ١٩٣٧) والتي شملت ٣٤ بقعة بقيت فيها هذه الغابات أن تركيب هذه الغابات على النحو التالي:

١ ـ الطابق الشجري وهو كثيف ويصل ارتفاعه من ١٥ ـ ١٨م ويتألف من أشجار السنديان *Quercus ilex* فقط.

٢ ـ طابق الشجيرات ويصل ارتفاعه من ٣ ـ ٥م (وأحيانا يصل ارتفاعه إلى ١٢م) ويضم الغار *Laurus nobilis* والقطلب *Arbutus unedo* والبطم *Pistacia lentiscus* والسويد *Rhamnus palaestina* والزرود *Phillyrea media* و*Buxus sempervirens* والخلنج *Erica arborea* والآس *Myrtus communis* وغيرها.

٣ ـ النباتات المتسلقة ونجد فيها *Smilax aspera* و*Lonicera* واللبلاب (حبل المساكين) *Hedera helix* و*Clematis flammula* وغيرها.

٤ ـ طابق الأعشاب وتغطيته لاتزيد عن ٣٠٪، ويضم الصفندر *Ruscus aculeatus* وأنواع الفوّة *Rubia* والهليون *Asparagus* والحلاب *Euphorbia* والسرد *Carex* والبنفسج *Viola* وغيرها.

٥ ـ طابق الحزازيات وهو قليل النمو.

ويستبدل بالسنديان في مناطق جبال الأطلس المنخفضة أنواع أخرى أهمها الزيتون البري والخروب *Ceratonia siliqua* وفي الأمكنة ذات المناخ المحيطي والتربة الفقيرة نجد بدلا من السنديان *Quercus ilex* السنديان الفليني *Quercus suber*.

ويستبدل بالسنديان *Q. ilex* في مناطق البحر المتوسط الشرقية الجافة مثل شواطىء

الأناضول وفي شرق البحر المتوسط السنديان *Quercus calliprinos* والذي يصل ارتفاعه في بعض الأحيـان من ١٠ ـ ١٢م، وقـد تراجعت هذه الغـابـات في شرق المتـوسـط واستبـدلت بها المـاكي Maquis الـذي لايختلف كثـيرا عن غابات غرب المتوسط إلا في بعض الأنواع حيث نجد إلى جانب السنديان *Q. calliprinos* الحور *Styrax officinalis* وتجمعات الزيتون ـ الخروب *Ceratonia-Olea* والبطم الفلسطيني *Pistacia palaestina* والبطم اللانتسكي *P. lentiscus* وغيرها.

ب ـ الغابات المتوسطية المخروطية

وتنتشر بشكل قليل في النطاق السفلي وغالبا ما تكون على شكل مجموعات صغيرة أو أفـراد متبـاعـدة، وأهم الأنـواع المشكلة للغابات المخروطية في المتوسط هي الصنوبر الثمري *Pinus pinea* الذي ينتشر في أغلب أجزاء المتوسط باستثناء شمال أفريقيا حيث لايـوجـد بشكـل بري. ولايتحمل الصنوبر الثمري البرد لذا لا يرتفع كثيرا فوق سطح البحـر، ويشكـل في جنـوب شبـه جزيـرة ايـبر يـا غابات يشاركه فيها العرعر الفينيقي *Juniperus phoenica* و *J. macrocarpa* وأنواع الجينيستا *Genista*. وأما في آسيا الصغرى فيشكـل الصنـوبر الثمري في بعض الأماكن غابات صافية ويرتفع حتى ٤٠٠ ـ ٦٠٠م فوق سطـح البحـر، والصنوبر الثمري شجرة محبة للضوء ومقاومة للجفاف وتوجد غالبا على الـتر بـة الـرمليـة ويمكن أن تنمو في المناطق ذات الأمطار ٥٠٠مم على أن يكون الصيف مرتفع الحرارة.

كما ونجـد الصنـوبر الحلبي *Pinus halepensis* ويفضل الأمكنة ذات المناخ الدافىء قليلة التغـيرات الحـراريـة، لذا يكثـر بالقـرب من البحـر، ويفضـل التر بة الكلسية. وبفضل مجموعه الجذري المتطور فإنه يقاوم الجفاف والرياح. ويشكل الصنوبر الحلبي غابات في شبه جزيرة ايبر يا وفي شمال أفريقيا وكورسيكا وسردينيا وغيرها، وهي توجد على ارتفاع ٢٠٠ ـ ٣٠٠متر عن سطح البحر في شمال المتوسط، أما في الأطلس فتوجد على ارتفاع ١٠٠٠ ـ ١٥٠٠م.

ويستبدل بالصنوبر الحلبي، في الجزء الشرقي من المتوسط الصنوبر البر وتي *Pinus*

brutia الذي ينتشر في شواطىء آسيا الصغرى الغربية والجنوبية وفي سورية والعديد من جزر بحر إيجه وقبرص وكريت وجنوب إيطاليا.

كما ينتشر في غرب المتوسط الصنوبر البحري *Pinus maritima* والذي ينمو على الشواطىء حيث تقلبات الحرارة قليلة والرطوبة النسبية مرتفعة، ويشكل غابات طبيعية أو منزرعة في جنوب فرنسا وفي كورسيكا وسردينيا وفي جبال الأطلس.

كما ينمو السرو *Cupressus sempervirens* بريا في آسيا الصغرى وشرق البحر المتوسط وفي جزر كريت وقبرص ورودس وغيرها.

الماكي Maquis

ذكرنا أن الغابات دائمة الخضرة قاسية الأوراق والغابات المخروطية المتوسطية هي الممثل الحقيقي لمنطقة حوض المتوسط، ولكن في الوقت الحالي حل محل هذه الغابات شجيرات قاسية الأوراق.

وتم هذا التراجع بشكل أساسي تحت تأثير الإنسان، إضافة إلى الظروف المناخية لحوض البحر المتوسط حيث الصيف الجاف والحار، لذا فإن تجدد الغابة يتم بصعوبة، ولهذا فقد استبدلت، خلال التأثير الطويل للإنسان من قطع للأشجار وإحراق للغابات وحلت محلها الشجيرات التي تكون الماكي والذي يتألف بشكل أساسي من الأنواع التي تعيش تحت الطابق الشجري في الغابات قاسية الأوراق التي كانت سائدة فيما مضى.

ويشكل الماكي، وهو تشكيلات نباتية مؤلفة من شجيرات قاسية الأوراق وأشجار قليلة، واحدا من أهم ميزات الغطاء النباتي للبحر المتوسط. وينتشر الماكي في كل أجزاء البحر المتوسط ويحتل مساحات واسعة، وتسود فيه الشجيرات دائمة الخضرة والتي يبلغ ارتفاعها ١ - ٤م وقد يكون كثيفا أو قليل الكثافة، وترتفع بين الشجيرات أحيانا بعض الأشجار التي تمثل بقايا الغابة التي كانت سائدة فيما مضى.

ويسود في شرق المتوسط الماكي الذي يحتوي على الخروب *Ceratonia* والآس *Myrtus communis* و*Phillyrea* والخلنج *Erica* والقطلب *Arbutus andrachne* والغار *Laurus nobilis* والبطم *Pistacia lentiscus* والبطم الفلسطيني *P. palaestina* إلى جانب أنواع الميدم *Cistus* و*Genista* والوزال *Spartium junceum* والأنواع المتسلقة مثل *Smilax aspera* و*Asparagus* و*Clematis* و*Lonicera* وغيرها.

الغاريك Garique

وهو عبارة عن تراجع للماكي، ويتألف من شجيرات قصيرة وأعشاب حولية ومعمرة (للغاريك أسماء متعددة ففي شرق المتوسط يسمى الفريغانا Phryganon وفي أسبانيا يسمى التوميليار Tomillaris الخ).

وينتشر الغاريك بشكل واسع في حوض البحر المتوسط وبشكل خاص في الأمكنة الصخرية الجافة، وتنتمي أكثر الأنواع المشكلة للغاريك إلى الفصائل الشفوية والقرنية والوردية والمركبة والحلابية Euphorbiaceae، وهذه الأنواع متكيفة لتحمل الجفاف والحر الشديد والطويل، وأغلبها ذات أوراق ضيقة قاسية قد تتحور إلى شوكة وكثيرا ما تكون مغطاة بالأوبار المفرزة للزيوت العطرية ومجموعها الجذري عميق وقد تفقد قسما من أوراقها في الفترة الجافة. ونجد في الغاريك نباتات أهمها *Rosmarinus* والزعتر *Thymus* و*Daphne* و*Genestia* وأنواع الـ *Cistus* والحلاب *Euphorbia* و*Lavandula* والجعد *Teucrium polium* والبلان *Poterium* والكثير من الأعشاب الحولية والمعمرة.

٢ ـ النطاق المتوسط

ونجد فيه:

ا ـ الغابات ساقطة الأوراق.

ب ـ الغابات المخروطية.

ا ـ الغابات ساقطة الأوراق

والتي تحل محل الغـابـات دائمـة الخضرة قاسية (جلدية) الأوراق الموجودة في النطاق السفلي. ونجد في هذه الغابات أنواع البلوط ساقطة الأوراق مثل *Quercus pubescens* والـذي يشكـل غابـات كبـيرة، وفي شبـه جزيـرة البلقان أنواع البلوط مثل *Q. pubescens* والعـذر *Q. cerris* وأحيانا *Q. petraea* بالإضافة إلى الكستناء *Castania* و*Fraxinus* وغيرها. كما نجد في الغابات ساقطة الأوراق *Fraxinus ornus* و*F. excelsior* والـدردار *Acer* والجـوز *Juglans* والكستنـاء والغرغار *Ulmus*. وتتميز الغابات المؤلفة من هذه الأنـواع بكـونهـا سريعـة النمـو وتنتشـر في مكـان غابـات البلوط المتراجعة. وأهم النبـاتـات المتسلقـة في هذه الغابات هي حبل المساكين *Hedera helix* و*Smilax excelsa* و*Vitis silvestris* و*Clematis vitalba* وغيرها.

وتحتـوي الطـوابق السفليـة في هذه الغـابـات على العرعر *Juniperus oxycedrus* والـدردار *Acer tataricum* و*Cotinus coggigria* و*Crataegus monogina* و*Paliurus aculeatus* وغيرها. وتنمو في حوض المتوسط في أكثر الأمكنة رطوبة وغالبا على السفوح الشـماليـة والغـربيـة (في البلقـان وصقليـة وآسيـا الصغرى) غابات الزان وبقايا غابات مختلطـة من الـزان وأنواع المخروطيات. ويسود في الجزء الأوروبي من حوض المتوسط، في هذه الغابات، الزان *Fagus silvatica* أما في آسيا الصغرى فنجد *Fagus orientalis*، هذا وفي بعض الأحيان يشكل الزان غابات مع الشوح *Abies alba* والبتولا *Betula*.

ب ـ الغابات المخروطية

وتتألف غالبا من أنواع الصنوبر والارز *Cedrus* والشوح *Abies* والتنوب *Picea* وغيرها.

فنجـد في شرق المتـوسـط مثلا غابات مؤلفة من الشوح *Abies cilicica* ومن الارز اللبنـاني *Cedrus libani* بالإضـافـة إلى أنـواع العرعر حيث نجد *Juniperus drupacea* وكذلك *J. excelsa* الذي ينمو على السفوح الصخرية الجافة.

٣ ـ النطاق العلوي

ويتمثل بقمم الجبال فوق حدود الغابات، فيوجد في شمال البحر المتوسط على ارتفاع أكثر من ١٨٠٠م وفي جنوبه على ارتفاع أكثر من ٢٨٠٠ ـ ٣٠٠٠م. ويتميز المناخ السائد في هذه الأمكنة بشتاء بارد كثير الثلوج وبصيف جاف ذي شدة إضاءة عالية. كما تقل كمية الأمطار عنها في النطاق المتوسط، هذا والمياه تسيل بشكل سريع، فتتعرى التربة وتصبح قليلة السماكة لا تحتفظ بالماء وهذا يزيد من جفافية أعالي الجبال.

ويتألف الغطاء النباتي السائد من أنواع نباتية جفافية وقادرة على تحمل برد الشتاء وحر الصيف والرياح الشديدة. ويسود في الجزء السفلي من هذا النطاق الشجيرات القصيرة والأشكال الوسادية المشوكة والقادرة على حماية نفسها من الصقيع والرياح الشديدة وأهمها: *Juniperus oxycedrus* و *J. nana* والصنوبر *Pinus montana* و *Prunus prostrata* والبرباريس *Berberis* وغيرها. وفي شرق البحر الأبيض المتوسط نجد أنواع الـ *Astragalus* و *Acantholimon* و *Saturia* وغيرها.

أما في القمم العالية فنجد السهوب الجبلية التي تسود فيها النجيليات، وخاصة أنواع الـ *Bromus* و *Poa* و *Festuca* وغيرها.

الفصـــل الرابع

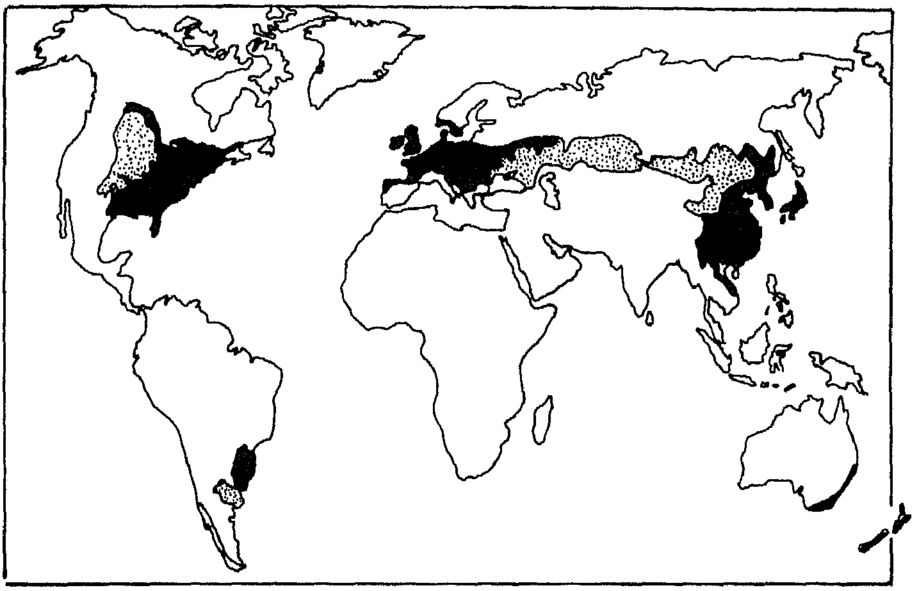
الغابات ساقطة الأوراق

Deciduous Summer Forests

تنتشر الغابات ساقطة الأوراق في المناطق المعتدلة من نصف الكرة الشمالي ذات المناخ المحيطي، أما في الأجزاء ذات المناخ القاري فيستبدل بها الغابات المخروطية إبرية الأوراق Coniferous forests وهذا يلاحظ بشكل واضح في أوراسيا حيث نجد هذه الغابات في أوروبا الغربية وتمتد حتى الجزء الأوروبي من الاتحاد السوفييتي، أما في جزئه الآسيوي حيث المناخ القاري فنجد الغابات المختلطة والغابات المخروطية.

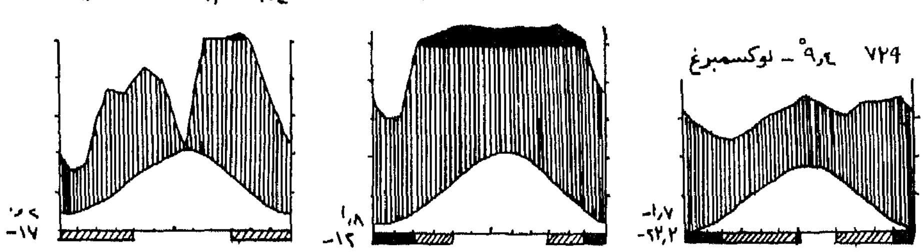
وتوجد هذه الغابات في غرب أوروبا حتى القسم الغربي من أوروبا السوفييتية وتمتد شرقا على شكل شريط ضيق حتى تصل إلى غرب سيبيريا حيث تكوّن نطاقاً يفصل بين السهوب Steppes في الجنوب والتايغا Taiga في الشمال، كما توجد في شبه جزيرة القرم وجبال القوقاز وشرق آسيا (منشوريا وشرق الصين وكامتشاتكا وساخالين وشمال اليابان) وفي أمريكا الشمالية (الولايات الأطلسية)، أما في نصف الكرة الأرضية الجنوبي، فنجدها فقط في باغونيا وتنعدم في بقية المناطق وذلك لعدم توفر المناخ المناسب لنموها (شكل ٥٠).

ويتميز المناخ في المناطق التي تسود فيها هذه الغابات بصيف دافئ حيث نجد أربعة أشهر، كحد أدنى، يزيد متوسط درجة حرارتها عن ١٠ درجات مئوية، وبشكل عام يتراوح متوسط درجة حرارة تموز (يوليو) بين ١٣ و٢٣ درجة مئوية ومتوسط درجة حرارة كانون الثاني (يناير) حوالي -٦ درجة مئوية، وقد يصل في بعض المناطق القارية من الاتحاد السوفييتي حتى -١٠ إلى -١٢ درجة مئوية. وتسقط الأمطار على مدار



شكل (٥٠) مناطق انتشار الغابات ساقطة الأوراق (أسود) والسهوب (منقط).

السنـة ولكن القسم الأكـبر منها يسقط في الصيف، وقد يصل متوسط الأمطار الشهري في أشهـر الصيف من ١٠٠ ـ ١٣٠مم (شكـل ٥١). وسنـدرس كمثـال لهذه الغـابات تلك الموجودة في غرب أوروبا.



شكل (٥١) المخططـات المنـاخيـة لمنطقة الغابات ساقطة الأوراق (أ، ب) والمنطقة الانتقالية بين مناخ البحر الأبيض المتوسط ومناخ منطقة الغابات ساقطة الأوراق (جـ).

تنتشر هذه الغابات في أوروبا على طول شواطىء الأطلسي ابتداء من شمال شبه جزيرة ايبريا وحتى جنوب اسكندنافيا، وتضيق منطقة انتشارها نحو الشرق بسبب قارية المناخ.

وأهم ما يميز هذه الغابات فقرها في الأنواع وخاصة الأنواع السائدة في الطابق الشجري، ويسود فيها بشكل أساسي الزان *Carpinus betulus, Fagus silvatica* والبلوط *Quercus robur* و*Quercus petraea* أما الدردار *Fraxinus excelsoir* والقيقب *Acer pseudoplatanus* و*Acer platanoides* والزيزفون *Tilia cordata* و*Tilia platyphyllos* والغرغار *Ulmus scabra* وكذلك الأنواع *Prunus avium* و*Malus* فدورها ثانوي.

ويعود فقر هذه الغابات في الأنواع إلى طغيان الجليد في البليستوسين Pleistocene، مما أدى إلى انقراض الأنواع التي كانت تعيش في هذه الغابات في البليوسين Pliocene مثل الجوز والكستناء و*Liquidambar* وغيرها (Walter ١٩٦٤).

وبفضل توفر الحرارة والأمطار في فصل النمو (الصيف) فإن أنواع هذه الغابات ذات صفات وسطية Mesophytes فالأشجار تحمل أوراقا ذات نصل عريض (مثل الزان *Fagus* و*Acer* والبلوط *Quercus*) ولهذا تسمى أحيانا بالغابات عريضة الأوراق Broad-leaved forests ولكن بعض الأنواع ذات أوراق صغيرة (مثل البتولا *Betula* والحور *Populus tremula* وغيرها) والغابات المؤلفة من هذه الأنواع تسمى بالغابات صغيرة الأوراق Small-leaved forests. والأوراق عادة خضراء زاهية ورقيقة نسبيا وذلك لأنها تعيش في الصيف ذي الظروف المناسبة للنمو، ونادرا ما يكون نصل الورقة كبيراً جدا كما في الدلب *Platanus* و*Aesculus hippocastanum* أو ريشياً كما في الدردار *Fraxinus* و*Sorbus*.

ولاتتحمل الأوراق برودة الشتاء وتسقط في الخريف، وهذه الظاهرة هي صفة تكيفية لتقليل النتح، إذ أن التربة باردة جداً في الشتاء وبالتالي فهي جافة فيزيولوجيا أي لاتتمكن الجذور من امتصاص الماء منها. والجذع في هذه الأشجار مغطى بقشرة

سميكـة، والـبراعم محمية بالحراشف البرعمية التي غالبا ما تكون صمغية والتاج بالغ النمـو والتفـرع وكثـيرا ما يكـون ثماني التفرع (بينما في الغابات الاستوائية نادرا ما يكون خماسي التفـرع). كما تتميـز هذه الغـابـات عن الغـابات الاستوائية المطيرة بأن أشجار الطابق الأول لها نفس الطول وبالتالي فإن سطح الغابة Canopy غالبا ما يكون مستويا، ولكنـه في الغـابـات الاستـوائيـة فهومتموج أوحتى مسنن، لاختلاف ارتفاع الأشجار وتعـدد أنـواعهـا، أمـا في هذه الغابات فالأنواع المشكلة للطابق الأول قليلة بل ويتألف غالبا من نوع واحد كما في غابات الزان *Fagus* والبلوط *Quercus*. وتزهر أغلب الأشجار في الربيع المبكر قبل تفتح الأوراق، والتأبير فيها هوائي Anemophilous وأزهارها غالبا صغيرة وغير لافتة للنظر، ويعتقد الوخين (Alechin ١٩٦١) أن إزهار هذه الأنواع قبل تفتح الأوراق صفة تكيفية للتأبير الهوائي.

ويتم التأبـير الحشـري في عدد قليـل من الأنـواع مثل القيقب *Acer* الذي يزهر في الـربيـع والـزيـزفون *Tilia* الذي يزهر في منتصف الصيف، وتفرز أزهار الزيزفون *Tilia* الـرحيق ذا الـرائحـة العطرة والذي يؤدي إلى جذب الحشرات وإتمام التأبير (التلقيح) حتى ولو كانت الأشجار في وسط الغابة ومتباعدة عن بعضها البعض.

ويمكن في هذه الغابات، تمييز الطوابق التالية:

ا - طابق أو اثنان من الأشجار، يتألف الأول من الأشجار الطويلة، والثاني من الأشجار القصيرة.

ب - طابق الشجيرات.

جـ - طابـق الأعـشـــاب والـــذي قد يتألـف من طابقـــين أو أكثـــر حسب طول الأعشـــاب، وفي الطــابق العشبي ينمـــوعدد من الأنـــواع المعمـــرة شبـــه المختفيـــة Hemicryptophytes وعدد من الأنواع العشبية الأرضية Geophytes والتي تزدهر فقط في الـربيـع. هذا ولاتسمـح الشـدة الضـوئيـة الضعيفة في فصل النمو، في مستوى سطح

التربة، بنمو إلا القليل من النباتات العشبية الحولية Therophytes والحزازيات Mosses وهي قليلة غالبا لأن التربة مغطاة بالأوراق الساقطة، وتوجد الحزازيات على سطح الصخور أو على جذوع الأشجار الميتة الموجودة فوق سطح التربة.

ويختلف المناخ الدقيق Microclimate في داخل هذه الغابات عن المناخ خارجها ففي غابات البلوط الفتية تصل الشدة الضوئية في مستوى سطح التربة إلى حوالي ٦,٠٪ من الشدة الضوئية في مستوى سطح الغابة Canopy ، أما في الغابات المؤلفة من أشجار كبيرة العمر فالنسبة تصل إلى ٢٪ كما أن متوسط درجة الحرارة عند سطح الغابة أعلى بدرجتين منه عند سطح التربة، ويمكن أن تصل درجة الحرارة القصوى إلى ١١ درجة مئوية أكثر منها عند سطح التربة، ودرجة الحرارة الدنيا المطلقة عند سطح الغابة أقل بشكل متوسط بثلاث درجات منها عند سطح التربة، والهواء داخل الغابة أبرد طوال النهار منه خارج الغابة. والرطوبة عند سطح التربة حوالي ٩٠ ـ ٩٨٪، أما عند سطح الغابة فهي أقل من ٧٧٪ أي أنها تتناقص مع تزايد الشدة الضوئية. وتحتجز تيجان الأشجار حوالي ١١ ـ ١٢٪ من الأمطار. وتمثل غابات الزان وغابات البلوط أهم أنماط الغابات ساقطة الأوراق.

١ ـ غابات الزان

وهي مميزة لأوروبا الغربية، وتقل في المناطق ذات الرطوبة المرتفعة (ايرلندا ـ غرب انجلترا) بشكل عام. وفي المناطق الشمالية من أوروبا الغربية توجد غابات الزان في السهول أما في المناطق الجنوبية فترتفع في الجبال وتشكل نطاقا أعلى من نطاق غابات البلوط *Quercus* أو الكستناء (أبو فروة) *Castania*.

وبالرغم من أن غابات الزان في أوروبا تتألف من أنواع مختلفة من الزان مثل *Fagus silvatica* في غرب أوروبا وأوكرانيا، *F. taurica* في شبه جزيرة القرم و*F. orientalis* في القوقاز، فإن هذه الغابات متشابهة في كافة المناطق وهذا يعود لكون الزان المحب للظل هو النوع السائد وبالتالي فهو الذي يحدد صفات هذه الغابات

وبيئتها. ويمكن أن ينمو الزان المحب للظل في شدة ضوئية تقدر بـ $\frac{١}{٨٠}$ الشدة الضوئية النهارية، ولهذا نجد النباتات الأخرى التي تعيش في غابات الزان قليلة وهذا يعود لكثافة الغابة من ناحية ولقلة الشدة الضوئية داخلها من ناحية ثانية، والأعشاب الصيفية معدومة تقريبا، ولكن تتميز هذه الغابات بوجود عدد من الأعشاب المعمرة Ephemeroids مثل الأنواع *Anemone nemarosa* و*Galanthus nivalis* وأنواع الجنس *Dentaria*.

ب ـ غابات البلوط

تنتشر في أوروبا الغربية وفي الجزء الأوروبي من الاتحاد السوفييتي وفي ايرلندا وغرب انجلترا، ويسود فيها الأنواع *Q. robur* ، *Q. pubescens* و*Quercus petraea* ويشكل كل من هذه الأنواع غابات مستقلة. وفي القرون الوسطى كانت غابات البلوط في أوروبا الغربية أوسع انتشارا منها حاليا وذلك لأن الإنسان حافظ عليها إذ أنه كان يستعمل ثمار البلوط كغذاء للخنازير، ولكن فيما بعد أخذت هذه الغابات تستبدل بالتدرج وتحل محلها غابات الزان. وفي المناطق الجبلية تشكل غابات البلوط نطاقا أقل ارتفاعا من نطاق غابات الزان. والبلوط بعكس الزان محب للضوء. والشدة الضوئية داخل الغابة أعلى منها في غابات الزان، وهذا بدوره يسمح بنمو نباتات أخرى تحت طابق البلوط، ولهذا فغابات البلوط مؤلفة من عدة طوابق قد تصل في بعض الأحيان إلى سبعة طوابق.

الفصل الخامس

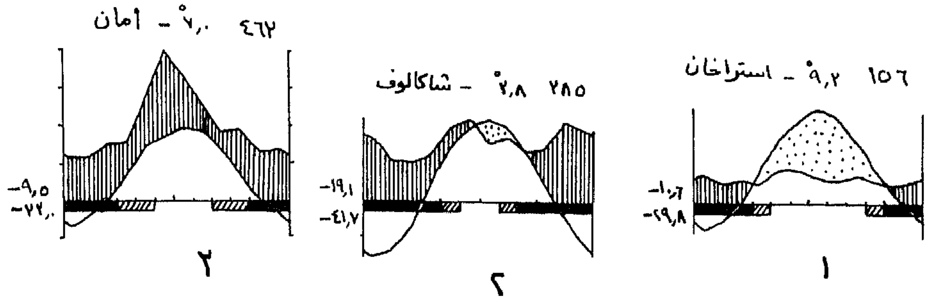
السهوب

Steppes

السهوب نمط من الغطاء النباتي العشبي الذي يحوي الأقل من الأشجار، والأعشاب كثيفة أو قليلة الكثافة ويتألف بشكل أساسي من أعشاب جفافية Xerophytes أو أعشاب قادرة على تحمل الجفاف. وللسهوب أسماء مختلفة ففي آسيا وأوروبا تسمى الستيب Steppe وفي أمريكا الشمالية تسمى براري Prairie ، وفي أمريكا الجنوبية تسمى بامبا Pampa. وتكثر السهوب في الاتحاد السوفييتي والصين وهنغاريا والولايات المتحدة الأمريكية وفي أمريكا الجنوبية (الارغواي والأرجنتين) (شكل ٥٠).

ويتميز مناخ مناطق السهوب بشتاء بارد وصيف حار ويبلغ متوسط درجة الحرارة السنوي حوالي ٣ ـ ٧,٥ درجة مئوية. وفي السهوب الجنوبية تصل درجة الحرارة إلى ١٠ درجات مئوية، ومتوسط درجة حرارة أدفأ أشهر السنة (تموز) حوالي ١٩,٥ ـ ٢٤,٥ درجة مئوية، ومتوسط الرطوبة النسبية في الساعة الواحدة ظهرا حوالي ٥٦ ـ ٦٧٪، أما متوسط الرطوبة النسبية لأكثر أشهر السنة جفافا في الساعة الواحدة ظهرا فيصل إلى حوالي ٣٥ ـ ٤٩٪. وتتراوح كمية الأمطار السنوية بين ٣٠٠ و٤٧٠مم يسقط منها في الصيف حوالي ١٦٠ ـ ١٨٠مم (شكل ٥٢).

ومن أهم ميزات السهوب قلة نمو الأشجار فيها، وسبب ذلك، كما تدل الدراسات المتعددة التي جرت في السهوب الأوروبية، يعود إلى قلة الرطوبة في فصل النمو. ولكن قلة الرطوبة لاتمنع نمو أشجار منفردة متباعدة عن بعضها البعض كما في السافانا حيث يمكن للمجموع الجذري أن يتفرع بشكل كبير ويحتل مساحات واسعة



شكل (٥٢) المخططات المناخية لأنصاف (أشباه) الصحارى (١) والسهوب (٢) والغابات السهبية (٣).

من التربة تكفي رطوبتها لإمداد الأشجار المنفردة بالماء اللازم، ويعزى فالتر (Walter ١٩٧٣) سبب عدم نمو الأشجار المنفردة في السهوب للقدرة التنافسية الكبيرة للحشائش خاصة والتي لاتسمح لبادرات الأشجار بالنمو، وقد تنمو الأشجار في الأمكنة التي يكون فيها الغطاء العشبي النجيلي قليل الكثافة، وبشكل خاص على الترب الحصوية.

الصفات العامة لسهوب شرق أوروبا

تحتل السهوب المناطق الواقعة بين الصحارى والغابات ساقطة الأوراق، وتسود فيها الأعشاب القادرة على تحمل الجفاف Xerophytes ، ولكن هذه الأعشاب أقل احتمالاً للجفاف من النباتات الصحراوية وأكثر احتمالاً للجفاف من نباتات الغابات ساقطة الأوراق. ولون الأعشاب وخاصة النجيلية منها أخضر مائل إلى الاصفرار (وخاصة في فترة الإزهار) وهي متكيفة لتحمل الجفاف الذي يحدث في الصيف، وذلك عن طريق الأوبار التي تغطي الأوراق أو الطبقة الشمعية التي تقلل النتح أو عن طريق صغر الأوراق التي غالبا ما تكون منطوية تشكل جوفا بين طرفي نصل الورقة مما يساعد على تقليل النتح، والسهوب غنية بالأنواع النباتية.

وبالرغم من أن السهوب شديدة التباين فإنه يمكن تقسيمها إلى نمطين:

١ ـ الشمالية، حيث كمية الأمطار كبيرة وتسمى المروج Meadow (Forb steppe).

٢ ـ الجنوبية، وكمية الأمطار فيها أقل وتسمى السهوب النجيلية حيث يسود فيها نبات Stipa.

١ ـ المـــروج Meadow

تتبلل الـتر بـة بشكـل جيـد في الأمـاكن التي تسود فيها المروج وذلك بعد إنصهار الثلوج، وتبدأ الأعشاب بالنمو في الربيع بعد ارتفاع درجة الحرارة وتشكل غطاءاً نباتيا كثيفـاً. وتتميـز المـروج بأن عدد الأنـواع النبـاتيـة فيها مرتفع إذ يزيد في بعض الأماكن الصغـيرة عن ٢٢٠ نوعـاً منهـا ٢٠ نوعـا نجيليا، أما الأنواع الباقية فهي من الأعشاب المختلفة وبالتالي فالأعشاب المختلفة هي التي تسود في المروج.

وكلما اتجهنا نحو الجنوب حيث السهوب النجيلية نجد أن الأنواع الممثلة للمروج يتضاءل دورها مثل *Salvia pratensis*، *Chrysanthemum*، *Senecio* و*Myosotis* وغيرها.

أمـا الأعشـاب الممثلة للسهـوب النجيليـة فنـادرة وإذا وجـدت فإنهـا تعيش على السفـوح الجنـوبيـة، كما أن النجيليـات تلعب دورا ثانـويا مثل *Agrostis*، *Bromus*، *Avena* و*Stipa* وغيرها.

ويكثر في المروج النبات الحزازي *Thuidium abietinum* الذي يغطي سطح التربة كما ونجـد من النبـاتـات الأرضية Geophytes الأنواع *Gagea erubescens* و*Hyacinthus leucophacus* وغيرها. ولاتوجد النباتات المتدحرجة في المروج.

٢ ـ السهـوب النجيليـة

وتقسم السهوب النجيلية إلى سهوب شمالية غنية بالأنواع العشبية المختلفة وفقيرة

نسبيا في النجيليات، وجنوبية فقيرة بالأعشاب المختلفة وغنية بالنجيليات وذلك لأن الأعشاب أقل تحملا للجفاف من النجيليات ومن ثم تصبح ذات قدرة أقل على مزاحمة النجيليات مع الاتجاه نحو الجنوب حيث الجفاف أكثر.

والأعشاب المختلفة إما أن تكون مبكرة الإزهار (تزهر قبل حلول الجفاف) أو متأخرة الإزهار وعندها يكون مجموعها الجذري عميقاً غزير التفرع مثل *Erongium* ، *Peucedanum* ، *Artemisia* ، *Linosyris* و *Centaurea* وغيرها.

كما تسقط الأعشاب جزءا من أوراقها في الفترة الجافة الأمر الذي يقلل من النتح. ويسود على الحدود بين المروج Meadow والسهوب النجيلية نبات *Stipa* ذو النورات الطويلة التي تكسب السهوب لونا فضيا يذكر بأمواج البحر خاصة عند هبوب الرياح الخفيفة. وأهم أنواع الـ *Stipa* التي تسود في المناطق الشمالية من السهوب النجيلية *Stipa lessingiana* ، *S. stenophylla* و *S. joannis* وفي المناطق الجنوبية نجد *S. ucrainica*. ونظرا لزيادة الجفاف في المناطق الجنوبية من السهوب النجيلية فإن الغطاء النباتي قليل الكثافة وتكثر فيه الأعشاب الحولية Ephemerals التي تنمو في الربيع المبكر وتموت مع بداية الجفاف بعد أن تكون قد أثمرت، وإلى جانب ذلك نجد النباتات العشبية المعمرة Ephemeroids مثل التوليب *Tulipa* ، *Ornithogalum* ، *Gagea* و *Crocus* وغيرها.

الفصل السادس

منطقة الغابات المخروطية

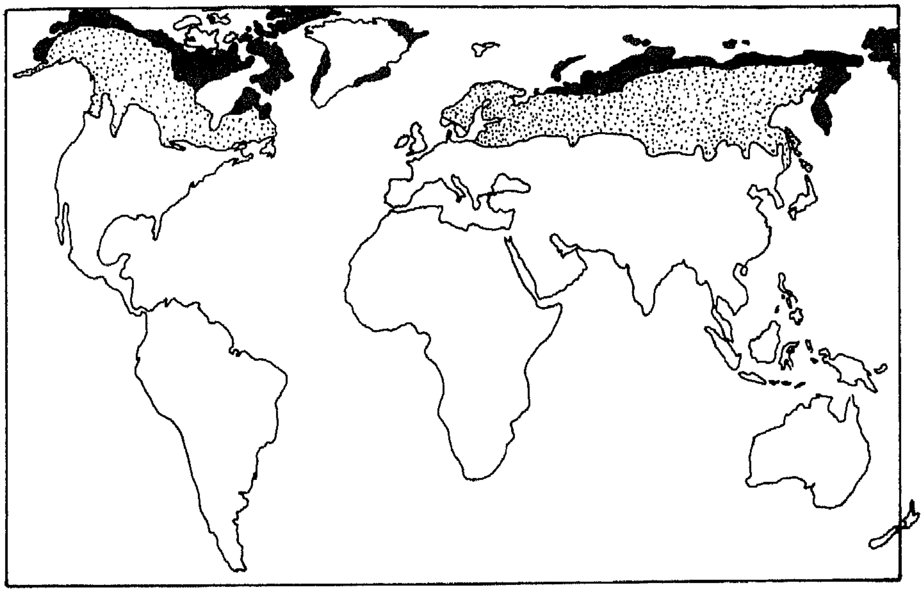
The Boreal Coniferous Forests

لاتستبدل بالغابات ساقطة الأوراق مباشرة الغابات المخروطية وإنما يفصل بينهما منطقة انتقالية تشغلها الغابات المختلطة Mixed forests. وتنمو في منطقة الغابات المختلطة الأنواع عريضة الأوراق والأنواع إبرية الأوراق حيث تشكل كل منها غابة مستقلة أو أن هذه الأنواع تعيش معا في غابة واحدة. وتكثر الغابات المختلطة في أمريكا الشمالية حيث نجد أشجار *Tsuga* والعرعر *Juniperus* والصنوبر *Pinus* والبلوط *Quercus*. كما تكثر هذه الغابات في جنوب اسكندنافيا حيث يسود فيها *Pinus, Abies* والبلوط، أما في الجنوب الغربي من اسكندنافيا فنجد أيضا نبات البلوط *Quercus petraea* والزان *Fagus silvatica* وأحيانا الغرغار *Ulmus glabra* والقيقب *Acer platanoides* والزيزفون *Tilia cordata* والدردار *Fraxinus excelsior* وغيرها.

الغابات المخروطية أو التايغا Taiga

تتألف الغابات المخروطية من الأنواع ذات الأوراق الإبرية وتحتل مساحات واسعة في نصف الكرة الشمالي في شمال أوراسيا وشمال أمريكا الشمالية وتشكل حدودها الشمالية نهاية حدود الغابات بشكل عام، ولا توجد هذه الغابات في نصف الكرة الجنوبي وذلك لانعدام المناخ المماثل الذي تعيش فيه (شكل ٥٣).

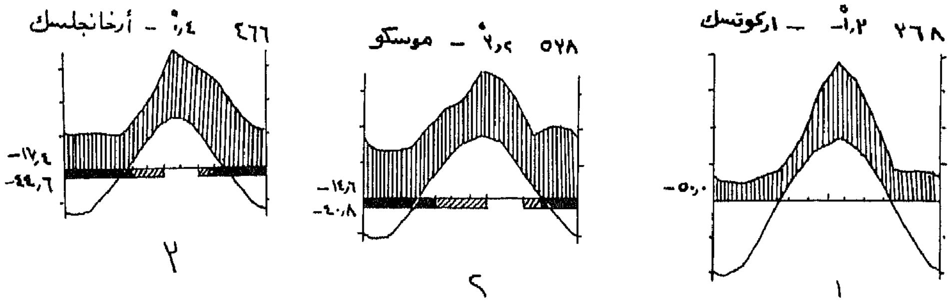
والمناخ في منطقة التايغا قاري جدا، حيث تصل الفروق في درجة الحرارة بين الصيف والشتاء في شرق سيبيريا حتى ١٠٠ درجة مئوية (درجة الحرارة الدنيا المطلقة



شكل (٥٣) مناطق انتشار الغابات المخروطية، التايغا (منقط) والتندرا (أسود).

تصل إلى −٧٠ درجة مئوية) ولاتزيد كمية الأمطار في سيبيريا الشرقية عن ٣٥٠مم في السنة، والشتاء بارد قليل الثلج أما الصيف فلطيف والمناخ في شمال أوروبا ألطف منه في شرق سيبيريا إذ تصل كمية الأمطار السنوية إلى ٥٠٠مم، ومتوسط درجة حرارة كانون الثاني (يناير) حوالي −١٥ درجة مئوية، وتصل درجة حرارة شهر تموز (يوليو) إلى حوالي ٢٠ درجة مئوية. ويزيد الهواء البارد الذي يأتي من المحيط المتجمد الشمالي من قسوة المناخ (شكل ٥٤).

ويسود في هذه الغابات الأنواع المحبة للظل مثل التنوب *Picea abies* و*Picea obovata* والصنوبر *Pinus cembra* التي تشكل الغابات المخروطية المعتمة Dark coniferous forests، أما في المناطق شديدة القارية والتي تقل فيها القدرة التنافسية لهذه الأنواع أو في المناطق التي تكثر فيها الحرائق نجد الغابات المخروطية المضيئة Light coniferous forests والتي يسود فيها الصنوبر *Pinus*، وفي المناطق شديدة القارية من



شكل (٥٤) المخططات المناخية لمنطقة الغابات المخروطية في سيبيريا (١) ومنطقة الغابات المختلطة (٢) ومنطقة الغابات المخروطية في شمال أوروبا (٣).

سيبيريا يسود *Larix sibirica* أو *Larix dahurica* التي تسقط أوراقها في الشتاء.

ومما يسترعي الانتباه في هذه الغابات أنها تتألف من نوع واحد (خاصة في أوراسيا) يسود في الطابق الشجري، فمثلا هناك غابات مؤلفة من التنوب *Picea* وحده أو الصنوبر *Pinus* أو *Larix* وغيرها.

وتوجد غابات الصنوبر وغابات التنوب على تربة مختلفة. فالتنوب ينمو على التربة الطينية، أما الصنوبر فينمو على التربة الرملية، ولكن يمكن للتنوب أن ينمو على التربة الرملية، وبما أنه محب للظل بالمقارنة مع الصنوبر فإنه يستطيع أن يعيش في غابات الصنوبر تحت مستوى طابق الصنوبر، ولكنه لايلبث أن يعلو فوقه لسرعة نموه، وعندها يصبح الصنوبر تحت طابق التنوب فيموت لكونه لايتحمل الظل الذي تشكله أشجار التنوب المتراصة.

ويمكن أن نلاحظ في الطبيعة جميع مراحل استبدال غابات الصنوبر ونمو غابات التنوب محلها إلاّ في المناطق ذات التربة الفقيرة الجافة التي لايستطيع أن يحل فيها التنوب محل الصنوبر. وهنا يظهر السؤال التالي: إذا كان التنوب يستطيع أن يحل محل الصنوبر في كافة الأمكنة تقريبا، فكيف يمكن تفسير وجود مناطق واسعة تنمو فيها غابات الصنوبر حتى الآن؟. هذا الأمر يفسره الوخين (Alechin ١٩٦١) بأن الحرائق

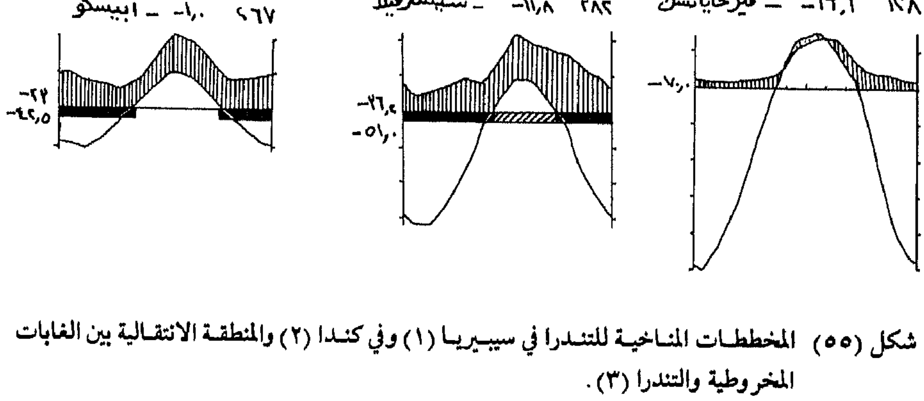
التي تكثر في هذه الغابات وتلتهم مساحات كبيرة تؤثر تأثيرا بالغا على التنوب ذي المجموع الجذري السطحي، بينما الصنوبر عميق الجذور أقل تأثراً بالحريق من التنوب، وهذا يؤدي إلى موت التنوب وبقاء الصنوبر ولكن فيما بعد يمكن أن يعود التنوب إلى هذه الغابات حيث تقضي عليه الحرائق مرة أخرى وهكذا.

الفصل السابع

التندرا

Tundra

وتتميز التندرا بظروفها المناخية القاسية ، فكمية الحرارة فيها أقل بمرتين منها في المناطق المعتدلة ، والصيف قصير (٢ ـ ٣ أشهر) وبارد ، ويمكن أن يتكون فيه الصقيع . ومتوسط درجة حرارة يوليو (تموز) ١٠ ـ ١٢ درجة مئوية ونادرا ما يصل إلى ١٤°م ، هذا وأن أيزوتيرم شهر يوليو (تموز) ١٠ ـ ١٤°م ويشكل الحدود الشمالية للغابات . والشتاء بارد ويستمر حوالي ٨ أشهر . وتسقط الأمطار بشكل أساسي في الصيف وتبلغ كميتها في سيبيريا ٢٠٠ ـ ٢٥٠مم / سنة ، أما في التندرا الأوروبية فتصل إلى ٤٠٠مم في السنة (شكل ٥٥) . ويختلف سمك الغطاء الثلجي من ٥٠مم تقريبا في التندرا الأوروبية إلى ٢٥سم في سيبيريا . والرياح شديدة وتصل سرعتها أحيانا إلى ١٠ ـ ٤٠م/ ثانية وتؤدي الرياح إلى نقل الثلج من الأماكن المرتفعة إلى الأماكن المنخفضة المحمية ، الأمر الذي يؤدي إلى تكشف التربة في المناطق المرتفعة وهذا يؤدي إلى تجمدها حتى



شكل (٥٥) المخططات المناخية للتندرا في سيبيريا (١) وفي كندا (٢) والمنطقة الانتقالية بين الغابات المخروطية والتندرا (٣).

أعماق كبيرة. والتربة منخفضة الحرارة حتى في أشهر الصيف ولاتزيد درجة حرارة طبقاتها العلوية عن ٨ ـ ١٠ درجات، أما على عمق ١٥٠ سم فأكثر فتكون متجمدة بشكل دائم. وتتميز التندرا بطول النهار في الصيف حيث تغيب الشمس لفترة قصيرة جدا أو لا تغيب كليا.

خواص الغطاء النباتي في التندرا

توجد التندرا بشكل رئيسي، في النصف الشمالي من الكرة الأرضية، إلى الشمال من منطقة الغابات المخروطية (شكل ٥٣) ويتميز الغطاء النباتي فيها بانعدام الأشجار وتكون الأشنات والحزازيات هي السائدة إلى جانب الشجيرات والأنجم، والأعشاب الحولية والمعمرة قليلة، أما الأعشاب عميقة الجذور فغير موجودة كليا.

وتوجد الأشنات والحزازيات في غابات المناطق المعتدلة تحت طوابق الأشجار والشجيرات أي أنها محبة للظل وتعيش تحت حماية الأشجار والشجيرات، أما في التندرا فالأمر مختلف، إذ نجد أن جذور النباتات العشبية والمعمرة والشجيرات وكذلك الجزء السفلي من الفروع تكون مختفية في كتلة حية (ولكنها ميتة من الناحية السفلية) من الغطاء النباتي المؤلف من الأشنات والحزازيات، وتحمى براعم النباتات البذرية أيضاً بالغطاء النباتي المؤلف من الأشنات والحزازيات، أي أن الأشنات والحزازيات هي السائدة.

ونظرا للبرودة الشديدة فإن تحلل البقايا النباتية يتم بشكل بطيء جدا الأمر الذي يؤدي إلى تشكل الطورب Peat.

ويتميز الغطاء النباتي في التندرا بقلة عدد الطوابق والتي لاتزيد عن ثلاثة طوابق هي: ١ ـ الشجيرات، ٢ ـ الانجم والأعشاب، ٣ ـ الحزازيات والأشنات. ويتغير الغطاء النباتي في التندرا من الجنوب نحو الشمال وذلك بسبب زيادة قسوة المناخ في هذا الاتجاه.

توجد على الحدود مع الغابات المخروطية منطقة غابات التندرا Tundra-forests إذ تنمو فيها الأشجار التي يصل طولها من ٣ ـ ٨م ولكن هذه الأشجار متباعدة عن بعضها ولا نجدها إلا في الأماكن المحمية ومن أمثلتها التنوب *Picea* والبتولا *Betula* كما نجد الشجيرات مثل *Betula nana* ، وفي طابق الحزازيات تسود خاصة أشنة *Cladonia rangiferina* ، وتعود قلة كثافة الأشجار إلى انخفاض درجة حرارة الصيف من جهة وإلى قلة سمك طبقة التربة غير المتجمدة من ناحية أخرى.

وإلى الشمال من منطقة غابات التندرا Tundra-forests تنعدم الأشجار كليا وتحل محلها الشجيرات التي تتغطى شتاء بالجليد الذي يحميها من الصقيع ، لذا نجد أن كافة الفروع التي ترتفع فوق الغطاء الجليدي تموت شتاء، أي أن الغطاء الثلجي هو الذي يحدد طول هذه الشجيرات ومن هذه الشجيرات البتولا *Betula nana* والصفصاف *Salix palaris* والفاكسينيوم *Vaccinium* وغيرها.

ومع ازدياد سوء المناخ وقلة ارتفاع الغطاء الجليدي أو انعدامه كليا تختفي الشجيرات من الغطاء النباتي وتبقى في الأماكن المنخفضة والمحمية التي يتجمع فيها الجليد، أما في الأماكن الأخرى فتسود الحزازيات وخاصة *Aulacomnium* ، *Hylocomum* و*Rhacomnium* وغيرها. ومن الأشنات نجد *Cladonia* ، *Cetraria* وغيرها. هذا ويسود في طابق الأعشاب أنواع *Carex* و*Poa* و*Polypodium* وغيرها.

وإذا ما اتجهنا شمالاً ، وخاصة على شواطىء المحيط المتجمد الشمالي يصبح الغطاء النباتي قليل الكثافة ونجد فيه الأعشاب *Dryas punctata* و*Carex* والخشخاش القطبي *Papaver radicatum* وغيرها، ومن الحزازيات نجد *Dicranium* و*Grommia* وغيرها.

هذا وتوجد الأشنات على الصخور والحجارة فقط ومنها *Alectoria cetraria* وغيرها.

الباب الخامس

الحياة النباتية في المملكة العربية السعودية

- التضاريس
- المناخ
- الفلورة والمناطق الجغرافية النباتية في المملكة العربية السعودية
- تكيف النباتات لتحمل الظروف الصحراوية الجافة
- الأقاليم النباتية الطبيعية في المملكة العربية السعودية
- أنواع البيئات وغطاؤها النباتي في المملكة العربية السعودية.

الفصل الأول

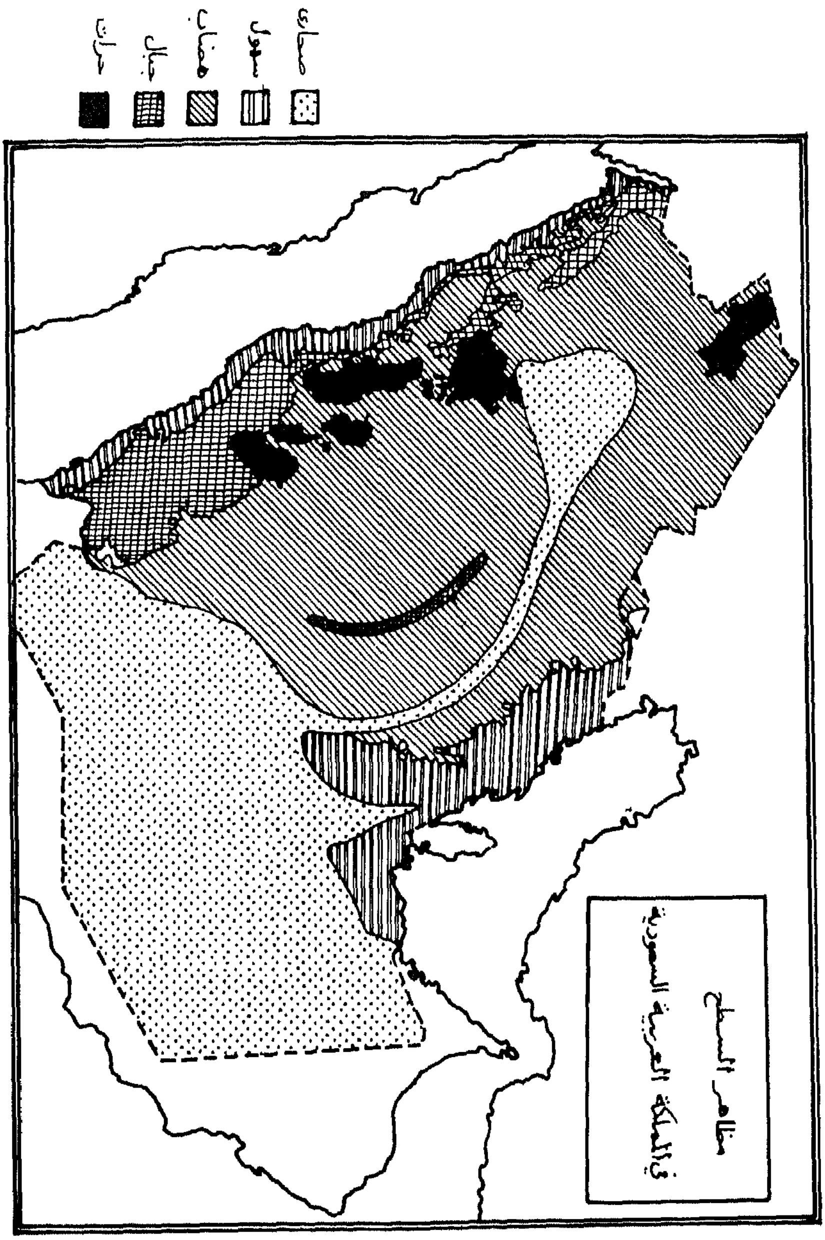
التضاريس

تقع المملكة العربية السعودية بين خطي العرض ١٦ و٢٩ شمالا وخطي الطول ٣٥ و٥٥ شرقا ويحيط بها البحر الأحمر غربا واليمن الشمالية والجنوبية جنوبا وعُمان ودولة الإمارات العربية المتحدة والخليج العربي شرقا والكويت والعراق والأردن شمالا وتزيد مساحتها عن ٢ مليون كيلومتر مربع . ويسود في جزئها الغربي الجبال التي يحل محلها تدريجيا ، في اتجاه الشرق ، الهضاب والسهول . ويمكن تمييز الوحدات المورفولوجية التالية (شكل ٥٦) :

١ ـ المرتفعات الجبلية

وتضم جبال الحجاز وعسير والتي تتكون من صخور غرانيتية وبركانية وتفصل بين هضبة نجد في الشرق وسهل تهامة الساحلي في الغرب ، وأقصى ارتفاع لها حوالي ٣٧٠٠م فوق سطح البحر في مرتفعات عسير .

وتتميز المنطقة الجبلية بعدم تناظرها حيث تنحدر تدريجيا وبشكل هين نحو الشرق ، بينما تنحدر انحدارا سريعا نحو سهل تهامة الذي يفصلها عن البحر الأحمر . ويكتنف هذه الجبال عدد من الأودية الجافة ، وتتميز المرتفعات الجبلية بوعورتها الشديدة حيث يصعب عبورها وخاصة جبال السروات وذلك لارتفاعها وخلوها من الممرات الطبيعية .



شكل (٥٦) مظاهر السطح في المملكة العربية السعودية (عن البنفجي).

٢ - سهل تهامة

هو السهل الساحلي الغربي الواقع بين المرتفعات الجبلية والبحر الأحمر، في جملته سهل مستو ضيق في الشمال عند ساحل خليج العقبة ويتسع بالتدريج باتجاه الجنوب حيث يصل عرضه إلى حوالي ٤٠ كم، ويتميز سهل تهامة بتربته الخصبة ولا سيما في الجنوب حيث تحمل السيول الصيفية التي تنحدر من الجبال المواد الطميية التي تغطي السهل وتكسبه الخصوبة.

٣ - هضبة نجد

وتمتد من جبال السراة غربا إلى صحراء الدهناء شرقا وتنحدر انحدارا تدريجيا نحو الشرق والشمال حيث تنتهي إلى صحراء النفود في الشمال والربع الخالي في الجنوب. ويبلغ متوسط ارتفاعها ٦٠٠ - ٧٠٠ متر فوق سطح البحر. وتوجد فيها بعض الجبال مثل جبال شمر التي تحصر بينها أجود المناطق الزراعية الخصبة وهي منطقة حائل، كما ينتشر في هضبة نجد مجموعة من الواحات الغنية بالمياه الجوفية مثل القصيم والوشم والخرج والأفلاج، ويوجد فيها عدد من الأودية تنحدر فيها مياه السيول في بعض السنوات مثل وادي الرمة ووادي حنيفة ووادي برك ووادي الدواسر.

٤ - السهل الساحلي على الخليج العربي

وهو منطقة سهل، ومعظم أراضيه رملية وملحية ومنه سهل الإحساء الذي يتميز بكثرة الينابيع التي تشكل واحة الإحساء.

٥ - منطقة الصحارى الرملية

وتضم الربع الخالي في الجنوب وصحراء الدهناء في الشرق وصحراء النفود في الشمال وفيها كثبان رملية بعضها ثابت وبعضها متحرك، وتتميز صحراء الدهناء بلونها

الأحمر نظرا لوجود أكاسيد الحديد، كما تضم هذه المنطقة بعض أجزاء من المنطقة الوسطى في المملكة لتخلل الكثبان الرملية الثابتة والمتحركة إليها، إلى جانب وجود الكثبان الرملية الشاطئية البيضاء في بعض أجزاء شواطىء الخليج العربي في شرق المملكة (مجاهد والشيخ ١٩٧٧).

٦ ـ منطقة الصحراء الحصبائية

وتنتشر في أجزاء متفرقة من المنطقة الوسطى، والوسطى الجنوبية والغربية والغربية الشمالية حيث تتمثل في جزر متناثرة من الحصى الذي يغطي بعض أجزاء من الأرض، وفي بعض أجزاء من تلك المناطق يزداد حجم الحصى مكونا كتلا حصوية سوداء اللون تغطي مساحات لا بأس بها من الأرض وبشكل غير مزدحم تاركة خلالها بعض الفراغات التي تتجمع فيها التربة الناعمة، ويطلق على هذه الكتل الحصوية المتجمعة اسم الحرّات.

الفصل الثاني

المناخ

نظرا لعظم مساحة المملكة العربية السعودية فإن هناك تباينا واضحا في المناخ السائد في أرجائها، ويزداد هذا التباين تحت تأثير التضاريس من جهة والموقع الجغرافي من جهة أخرى. فالمناطق الشمالية من المملكة تقع شتاء تحت تأثير المنخفضات الجوية لإقليم البحر الأبيض المتوسط، أما المناطق الجنوبية فتدخل صيفا في نطاق الرياح الموسمية للمحيط الهندي. ويتميز مناخ المملكة، بصورة عامة، بصيف حار وجاف يزيد فيه متوسط درجة حرارة شهر يوليو (تموز) في معظم المناطق على ٣٥ درجة مئوية، وشتاء معتدل دافىء قليل الأمطار، ووفقا لرأي Meigs (١٩٥٣) يسود المناخ شديد الجفاف Extra arid في الأجزاء الجنوبية الشرقية، أما بقية الأجزاء فيسود فيها المناخ الجاف باستثناء المنطقة الجنوبية الجبلية التي يسود فيها المناخ المداري الموسمي. ومما يزيد من قسوة المناخ، الأشعة الشمسية الشديدة التي ترسلها الشمس خلال الجو الصافي عديم الغيوم الذي يسود في المملكة، عدا بعض أجزاء من المرتفعات الجنوبية كثيرة الغيوم، كما تزداد شدة الحرارة تحت تأثير الإشعاعات والانعكاسات التي تنتج عن الرمال الحارة في الصحاري الرملية (شكل ٥٦).

ومما يلفت النظر في مناخ المملكة المدى الحراري اليومي الواسع، فليالي الشتاء باردة وخاصة في المناطق الشمالية حيث يتكرر تكون الصقيع، بينما تكون ساعات النهار مرتفعة الحرارة.

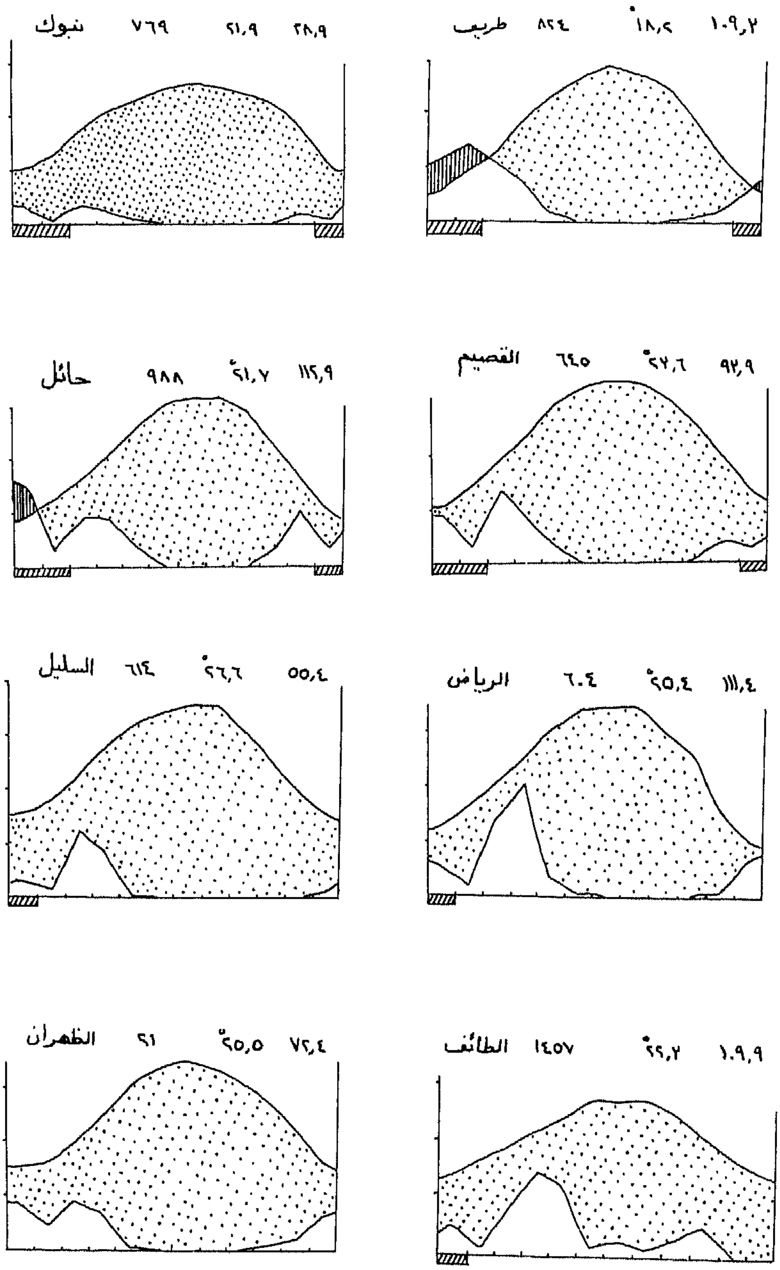
الأمـطـــار

تتراوح كميـة الأمطـار السنـويـة في المملكـة بين عدة مليمـترات في الـربع الخالي و٦٠٠مم في المنـاطق الجبليـة في عسـير (شكـلا ٥٧ و٥٨) ومن أهـم ميـزات الأمطار في المملكة توزعها غير المنتظم خلال السنة إذ أنها تهطل في أغلب مناطق المملكة في الفترة الشتوية ـ الربيعية (شكلا ٥٩ و٦٠) باستثناء المناطق الجنوبية ذات المناخ الموسمي، أما بقية أشهر السنة فتنعدم فيها الأمطار تقريبا إلا من أمطار خفيفة عرضية وليس لها قيمة فعلية في التأثير على الغطاء النباتي.

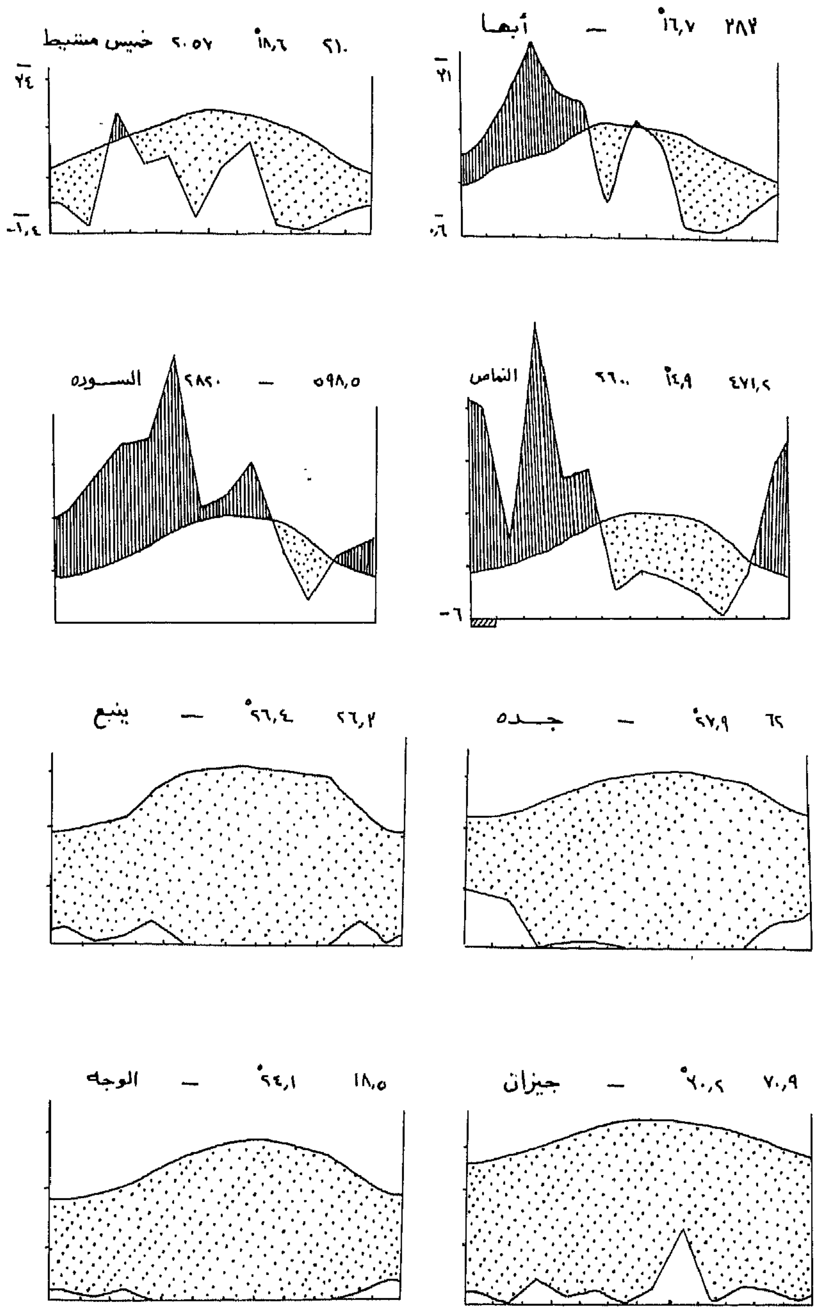
ومن الميـزات الهـامـة للأمطـار والتي تنعكس بشكـل كبـير على الغطـاء النبـاتي اختـلاف كميتهـا من عام لآخـر وهـذه الاختـلافات تصل إلى حد أن كمية الأمطار في بعض السنوات لاتعادل إلا جزءا من كمية الأمطار لسنة أخرى كما يتضح من الجدول التـالي. والانحـراف عن المتـوسط السنوي ذو تأثير بالغ على الغطاء النباتي في المناطق الجافة وشديدة الجفاف، أما في المناطق الجنوبية ذات المناخ الموسمي فإن هذا الانحراف ينعكس بدرجـة قليلة، إذ أن تغـيرا قليـلا في كميـة المطـر حتى ٢٥مم في المنـاطق الصحـراويـة يؤدي إلى زيـادة كبـيرة في كثـافـة الغطاء النباتي وتحسن كبير في الإنتاج والإزهار والإثمار.

تغير كمية المطر السنوي (بالمليمتر)

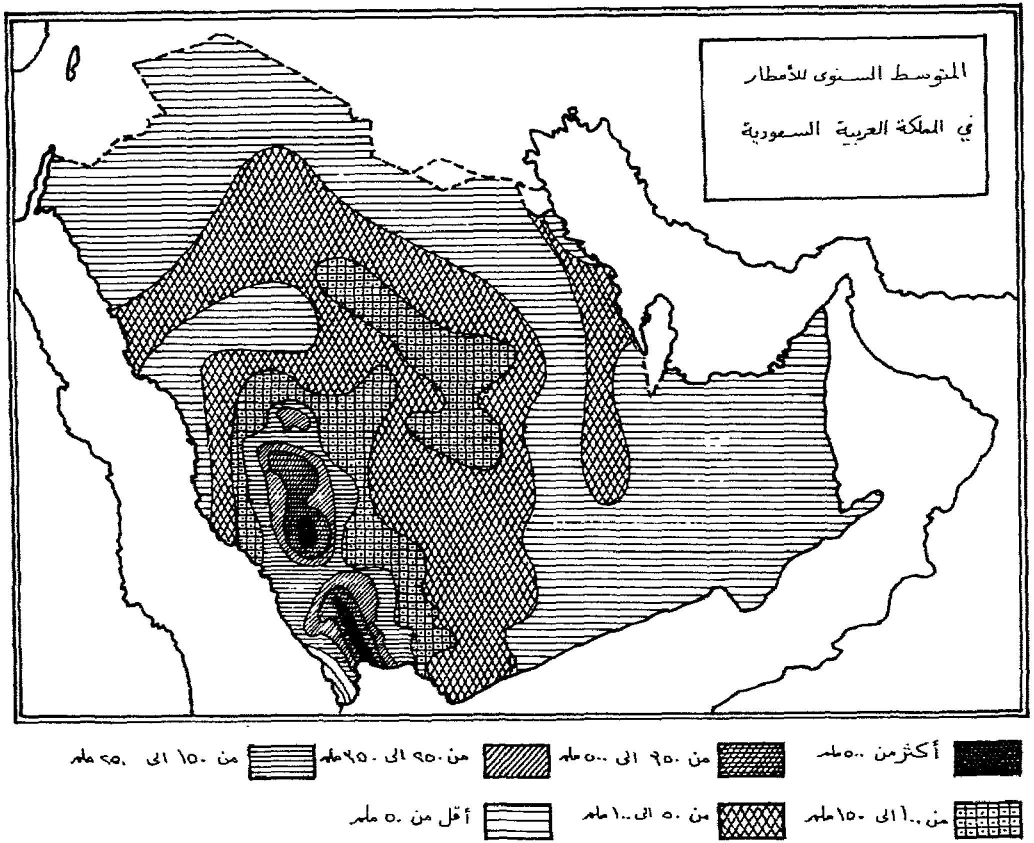
السنـة	حائـل	شقـراء	جـدة
١٩٧١	٧٠,٦	١٢٧	١٠٦
١٩٧٢	١٤٢	١٧٨	٢١٣
١٩٧٣	٨٤	٥٦,٧	١٨
١٩٧٤	٥٢,٩	٥٨,٧	٢٥
١٩٧٥	١٠٦,٩	١٨٠	٢٤



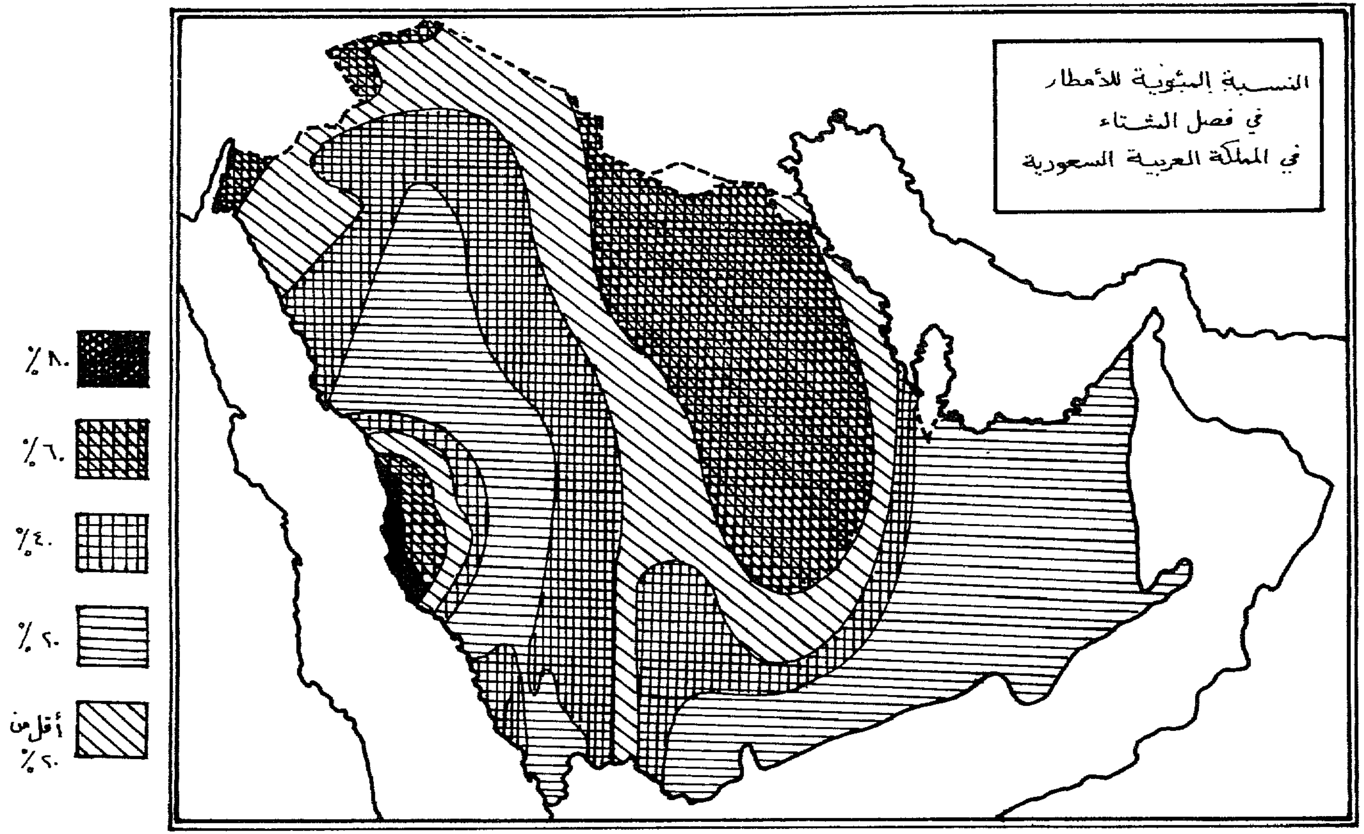
شكل (٥٧أ) المخططات المناخية لبعض مدن المملكة العربية السعودية.



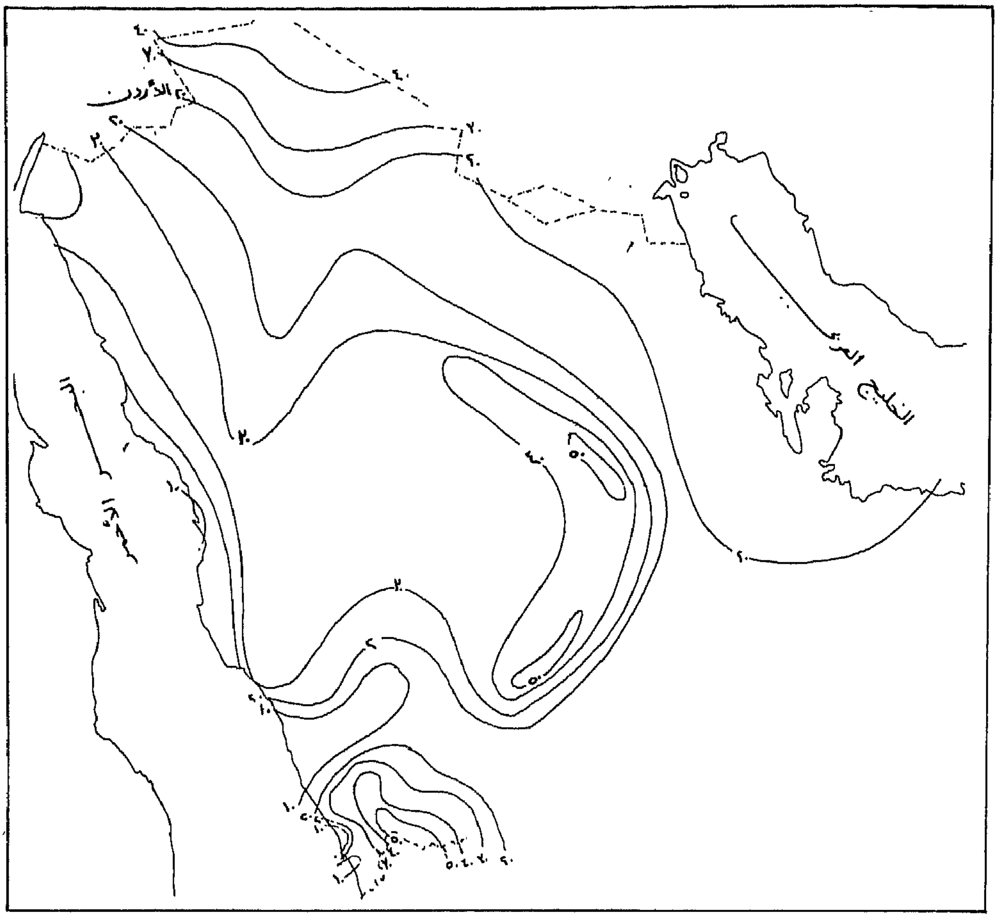
شكل (٥٧ب) المخططات المناخية لبعض مدن المملكة العربية السعودية.



شكل (٥٨) المتوسط السنوي للأمطار في المملكة العربية السعودية (عن البندقجي).



شكل (٥٩) النسبة المئوية للأمطار في فصل الشتاء في المملكة العربية السعودية (عن البندقجي ١٩٧٥).



شكل (٦٠) النسبة المئوية لتوزع الأمطار في فصل الربيع في المملكة العربية السعودية .

تختلف كمية الأمطار من مكان لآخر وتختلف كذلك موضعياً من جزء إلى آخر ضمن المنطقة الواحدة ، وذلك لأن الأمطار كثيرا ما تصيب أجزاء دون غيرها من المنطقة الواحدة دون الأجزاء الأخرى ويعود ذلك إلى طبيعة السحب الركامية التي تحمل معظم الأمطار في المملكة .

وبالإضافة إلى ما ذكر تتميز الأمطار في المملكة بكونها تسقط على شكل رخات مطرية غزيرة ولفترة قصيرة مما يؤدي إلى تكوين السيول السطحية التي كثيرا ما تكون

جارفـة وبـالتـالي فإن القسم الأعظم من مياه الأمطار يُفقد عن طريق السيول السطحية التي تتجمع في الأودية والمنخفضات، أما الأراضي المنحدرة وقليلة الاستواء فلا يصيبها إلا القليل من مياه هذه الأمطار الأمر الذي ينعكس سلبا على الغطاء النباتي، إضافة إلى ذلـك فإن الأمطـار لاتتـوزع بالتسـاوي خلال الفترة المطيرة من السنة وإنما تقتصر على عدة أيام مما يقلل من فعاليتها واستفادة النبات منها بشكل كامل.

درجـة الحـرارة

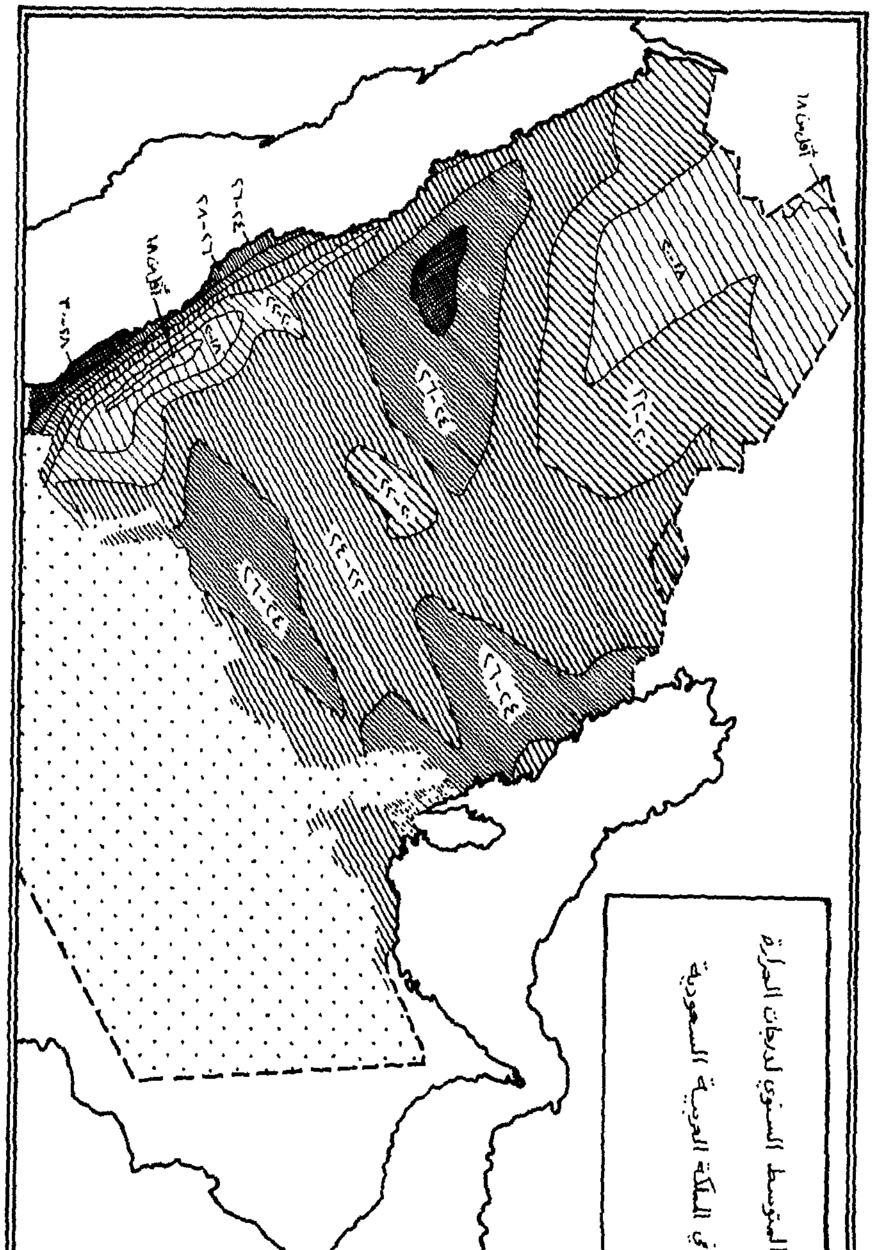
تجلب الـريـاح الشـمـاليـة الشرقية إلى المملكة، وخاصة المناطق الشمالية والوسطى منها، هواء قطبيا قاريا باردا من أواسط آسيا مما يجعل هذه المناطق أكثر برودة في الشتاء من المناطق الأخرى الواقعة على نفس خط عرضها، وتنخفض درجة حرارة بعض أيام شهر يناير (كانون الثاني) إلى ما دون الصفر المئوي، أما في الصيف فتهب على المناطق الـواقعـة إلى شمال خط عرض ٢٠ ريـاح شماليـة غربيـة دائمـة تقـريبـا لاتعترضها إلا انقطاعات قصيرة ناتجة عن مؤثرات محلية.

ويعتبر شهر ديسمبر (كانون الأول) من أبرد أشهر السنة وفيه تكون درجة الحرارة الـدنيـا المطلقـة، أمـا شهري يوليو (تموز) وأغسطس (آب) فهما أحر أشهر السنة وتكون فيهما درجة الحرارة العليا المطلقة والتي قد تصل من ٤٨ ـ ٤٩ درجة مئوية.

ويمكن تمييز المناطق التالية من حيث الحرارة (شكلا ٥٧ و٦١).

١ ـ المرتفعات الجنوبية

يتراوح متوسط الحرارة في الأجزاء المرتفعة منها في شهر ديسمبر (كانون الأول) بين ٩ ـ ١٠ درجة مئوية في أبها والنماص و١٣ ـ ١٤ درجة مئوية في الطائف، أما في الصيف فترتفـع درجـة الحرارة ولكنها تبقى معتدلة وتتراوح في يوليو (تموز) وأغسطس (آب) بين ٢٠ ـ ٢١ درجـة مئـويـة في أبهـا والنـماص و٢٣ درجة مئوية في خميس مشيط و٢٨ درجة



شكل (٦١) المتوسط السنوي لدرجات الحرارة في المملكة العربية السعودية (عن الشلفجي ١٩٧٥).

مئوية في الطائف. هذا ومناخ المنطقة الجنوبية المرتفعة هو أكثر أنواع المناخ لطفا واعتدالا في المملكة.

٢ - الساحل

ا - تهامة

تتميز بصيف شديد الحرارة ويتراوح متوسط درجات الحرارة في يوليو وأغسطس (تموز وآب) بين ٣٤ درجة مئوية في الجنوب و٢٨ درجة مئوية في الشمال ويزداد شعور الإنسان بالحرارة تحت تأثير الإشعاع الشمسي المباشر خلال السماء الصافية من جهة وبتأثير الإشعاع الأرضي الصادر عن الرمال الحارة من جهة أخرى، إضافة إلى الرطوبة المرتفعة التي تجعل المناخ أكثر صعوبة من المناخ السائد في الأجزاء الداخلية من المملكة.

أما الشتاء فأكثر اعتدالا من الصيف غير أن درجة الحرارة تبقى معتدلة ولا تصل إلى درجة التجمد في أي من أجزاء تهامة حتى الشمالية منها، وتتراوح درجة حرارة ديسمبر (كانون الأول) بين ١٨ درجة مئوية في الوجه و١٩ درجة مئوية في ينبع و٢٣ درجة مئوية في جدة و٢٥ درجة مئوية في جيزان، هذا ويعتبر متوسط درجة الحرارة في الجزء الجنوبي من تهامة من أعلى المتوسطات على سطح الكرة الأرضية.

ب - الساحل الشرقي

يتميز الساحل الشرقي المطل على الخليج العربي بأن درجة حرارة الشتاء فيه أقل منها على الساحل الغربي ويبلغ متوسط درجة حرارة ديسمبر (كانون الأول) في الدمام حوالي ١٥ درجة مئوية أما في الصيف فالحرارة والرطوبة قريبة من مثيلتها في تهامة تقريبا.

٣ - أواسط المملكة

تتميز الأجزاء الوسطى، والتي تضم هضبة نجد وصحراء النفود، بمناخ

صحراوي جاف، الصيف شديد الحرارة وتتجاوز درجة الحرارة العظمى في كثير من الأحيان ٤٦ درجة مئوية بينما درجة الحرارة الصغرى والتي تحدث ليلا نادرا ما تكون دون الـ ٣٠ درجة مئوية، غير أن جفاف الهواء في الأجزاء الداخلية له أهمية بالغة في تعديل آثار درجات الحرارة المرتفعة، ذلك أن التبخر الذي ينتج عن هبوب الرياح من شأنه أن يقلل من أثر درجات الحرارة المرتفعة مما يجعل تحملها ممكنا أكثر من المناطق الساحلية.

أما الشتاء فبارد نسبيا بالمقارنة مع المناطق الساحلية وذلك بسبب تعرض هذه الأجزاء إلى الرياح الشمالية الشرقية القارية، كما وقد تكون بعض ليالي الشتاء شديدة البرودة.

٤ ـ المناطق الشمالية

تضم المناطق المحاذية للمملكة الأردنية والتي يمكن تسميتها بالحماد والتي تتعرض شتاء، بسبب المنخفضات الجوية للبحر الأبيض المتوسط، إلى الرياح الشمالية الشرقية والتي تجلب الهواء القطبي البارد من أواسط آسيا مما يجعلها باردة نسبيا، متوسط درجة حرارة ديسمبر (كانون الأول) في طريف حوالي ٧,٥ درجة مئوية وفي حائل حوالي ٩,٦ درجة مئوية، تنخفض فيها درجة الحرارة دون الصفر المئوي (-٧ في تبوك وحائل و-٢ في طريف)، وفي الصيف، تهب عليها الرياح الشمالية الغربية، فيرتفع متوسط الحرارة ليصل إلى ٢٨ درجة في طريف مثلا، ويتراوح متوسط درجة الحرارة السنوي بين ١٨ و٢٠ درجة مئوية.

الفصل الثالث

الفلورة والمناطق الجغرافية النباتية في المملكة العربية السعودية

يوجد في المملكة العربية السعودية حوالي ١٦٠٠ نوع نباتي (مجاهد ١٩٨١، غير منشور) تابعة بشكل رئيسي إلى منطقتين جغرافيتين نباتيتين، ويقصد بالمنطقة الجغرافية النباتية مساحة تتميز عن المناطق المجاورة بنوعية الفلورة والغطاء النباتي والمناخ. يبين الشكل (٦٢) المناطق الجغرافية النباتية المختلفة في نصف الكرة الشمالي ويوضح أن المملكة العربية السعودية تقع ضمن منطقتين جغرافيتين نباتيتين هما:

ا ـ منطقة الصحراء العربية Sahara-Arabian region.

ب ـ المنطقة السودانية Sudanian region.

١ ـ منطقة الصحراء العربية

لقد مُيزت المنطقة الصحراوية العربية من قبل الباحثين المختلفين تحت أسماء مختلفة، فالباحث بواسييه (Boissier ١٨٦٧) سماها Region du Dattier بينما سماها غريزباخ (Grisebach ١٨٨٤) Wustenregion وسماها هايك ١٩٣٦ وكذلك انغلر ـ ديلس (Engler-Diels ١٩٣٦) Nordafrikanish-Indisches Wustengebiet (انظر Zohary ١٩٧٣).

تحتل المنطقة الصحراوية العربية حزاما عريضا، في شمال أفريقيا، ينحصر بين المنطقة السودانية جنوبا والسهوب الموريتانية Mauritanian التابعة للمنطقة الإيرانية

التورانية شمالا، كما تصل إلى البحر الأبيض المتوسط.

تتميز هذه المنطقة بظروف بيئية متطرفة سواء في ذلك ظروف المناخ أو التربة أو ما يتعلق بالحياة النباتية، الأمطار السنوية تتراوح بين الصفر و١٠٠مم ومتوسطها ٢٥ ـ ٥٠مم في الغالبية العظمى من مساحتها، والسمات العامة للمناخ شبيهة بمناخ حوض البحر الأبيض المتوسط حيث يتميز فصلان في السنة: شتاء قصير معتدل ماطر، وصيف حار جاف طويل، ونادرا ما تصل درجة الحرارة في أبرد أشهر السنة (يناير) إلى الصفر، أما في الصيف فدرجة الحرارة مرتفعة جدا (أنظر المخططات المناخية شكل ٥٧) ولكن العامل ذا التأثير البالغ في الحياة النباتية هو الماء.

والأمطار السنوية قليلة وإذا سقطت فهي رخات غزيرة ومتفرقة وتختلف من عام إلى آخر بحدود +٥٠ إلى ٨٠٪ من المتوسط السنوي، كما أن توزع الأمطار في أشهر الفصل المطير غير منتظم، وقد يتعاقب عدد من السنوات غير المطيرة.

أما التربة فإن تشكلها قد توقف في مراحل بدائية، ويسود الأنماط الأربعة التالية من الترب في هذه المنطقة:

١ ـ الترب الرملية بكل أصنافها Sandy soils.

٢ ـ الحماد Hammadas بالمعنى العام لهذا النمط من الترب والذي يتراوح بين الصخور الصلدة والترب الجصية الطرية Soft gypseous soils والترب الصحراوية الحصبائية Gravel desert soils.

٣ ـ الترب اللوسية وشبه اللوسية Loss and loss-like soils.

٤ ـ الترب الملحية الرطبة Hydrosaline soils وتضم المستنقعات Marshes والسبخات Sabakhas.

فلورة هذه المنطقة فقيرة بالأنواع وحسب رأي Eig (١٩٣١ ـ ١٩٣٢) فإنها لاتزيد عن ١٥٠٠ نوع، أما اوزندا (Ozenda ١٩٥٨) فيحددها بـ ١٢٠٠ نوع وذلك بالنسبة

للصحـراء في شمال أفـريقيا. كما تتميز، بالمقارنة مع المناطق الجغرافية النباتية المجاورة، بأنهـا ليست مركـزا مهـما للتنـوع النبـاتي، فالعـديـد من الأنـواع اشتق Derived من الأجنـاس التـابعـة لحوض البحـر الأبيض المتـوسط والمنطقة الايرانية التورانية والمنطقة السودانية. فمن الأنواع المشتقة من أجناس منطقة حوض البحر الأبيض المتوسط نذكر الأنواع التابعة للأجناس التالية:

Hypecoum, Adonis, Silene, Spergularia, Malva, Erodium, Lotus, Medicago, Ononis, Bromus, Picris, Anthemis, Teucrium وغيرها.

أما الأنواع المشتقة من أجناس إيرانية ـ تورانية فمثالها الأنواع التابعة للأجناس التالية:

Trigonella, Astragalus, Glaucium, Calligonum, Stachys, Ferula, Tamarix, Reaumuria, Stipa, Carthamus, Artemisia, Ballota وكـذلـك العـديـد من الأنـواع التابعة للفصيلة الرمرامية (السرمقية) Chenopodiaceae والفصيلة Zygophyllaceae.

أما الأنواع المشتقة من أجناس سودانية فنذكر منها الأنواع التابعة للأجناس التالية:

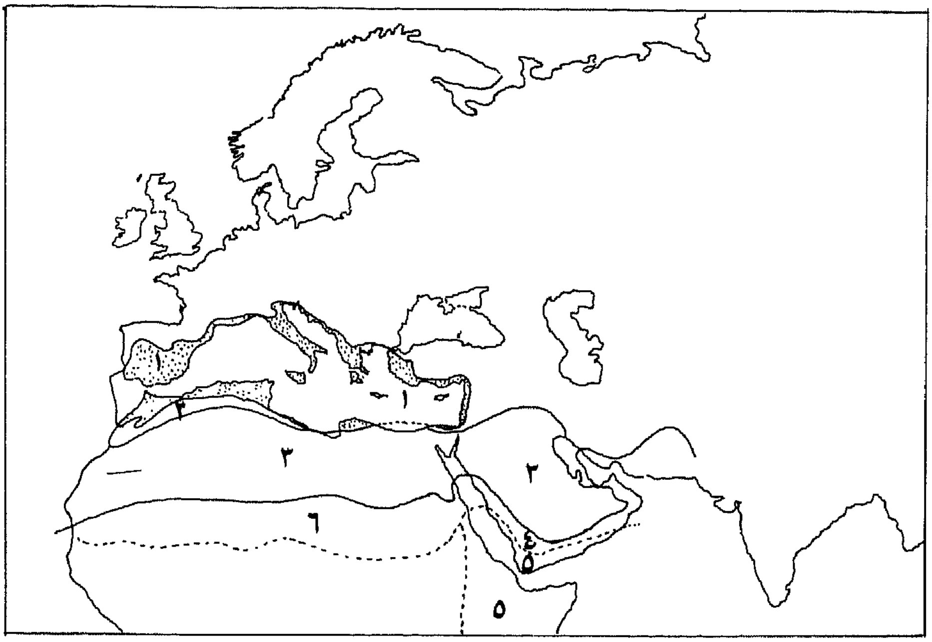
Citrullus, Caralluma, Crotalaria, Capparis, Lasiurus, Launaea, Varthemia, Cucumis, Pancratium, Dichanthium وغـيرهـا. كما نجد مجموعة تبدو أنها ذات صلة بجنوب أفريقيا مثل بعض نباتات الفصيلة Aizoaceae وأجناس *Neurada* و*Lotononis* و *Gomphocarpus* و*Ifloga* و*Stipagrostis*.

ويقسم Zohary (١٩٧٣) هذه المنطقة إلى إقليمين Provinces غربي وشرقي يمر الخط الفاصل بينهما من ليبيا.

المنطقة الصحراوية في الجزيرة العربية
The Saharo-Arabian territory in Arabia

تحتـل المنطقـة الصحـراويـة العـربيـة مسـاحـات واسعـة في المناطق غير المدارية

Extratropical من المملكة (انظر شكل ٦٢)، ويوجد ثلاثة مواطن Habitats تتركز فيها فلورة المنطقة الصحراوية العربية وهي: الحماد والصحارى الحصبائية والسهول الرملية ونجدها كذلك في الكثبان الرملية والترب الملحية في المناطق المنخفضة قليلة الأمطار وفي الواحات وفي السهول الساحلية في الخليج العربي والبحر الأحمر وخليج العقبة.



شكل (٦٢) المناطق الجغرافية النباتية في المملكة العربية السعودية والبلدان المجاورة لها.

١ - منطقة حوض البحر الأبيض المتوسط ٢ - المنطقة السهبية الموريتانية
٣ - المنطقة الصحراوية العربية ٤ - المنطقة النوبية السندية
٥ - المنطقة الأريترية - العربية ٦ - المنطقة الساحلية السودانية

ويمكن تمييز ثلاثة صفوف (طوائف) من الغطاء النباتي Vegetation Classes في هذه المنطقة وهي:

ا - صف العجرم Class Anabasetea.
ب - صف الرتم Class Retametea.
جـ - صف السويده Class Suaedetea.

صف العجرم

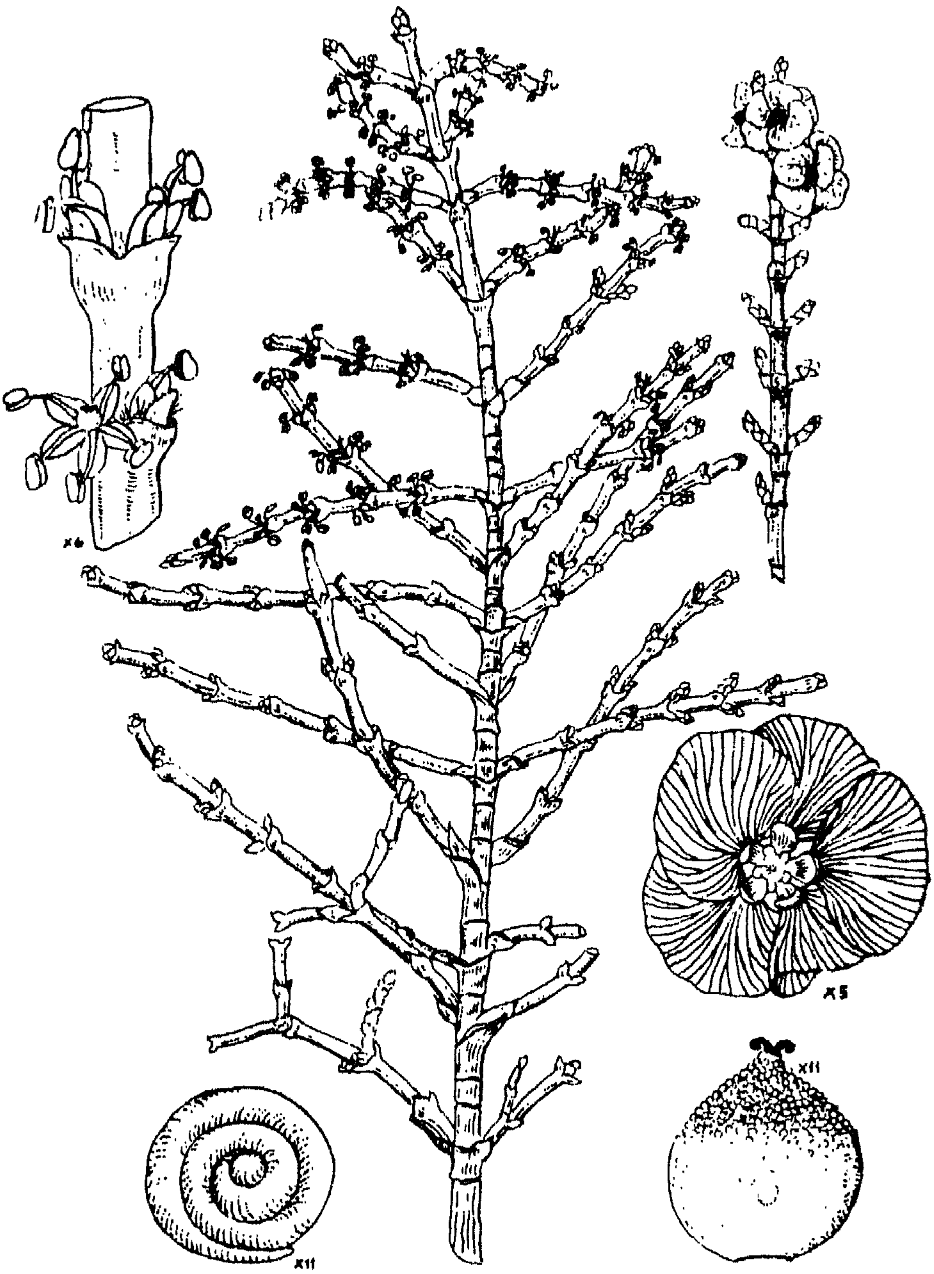
تغطي العشائر Associations التابعة لصف العجرم مساحات واسعة من الحماد والصحاري الحصبائية، فحسب قول Blatter (١٩١٩ ـ ١٩٣٦) وGood (١٩٥٣) وBurtt and Lewis (١٩٤٩ ـ ١٩٥٤) وZohary (١٩٥٧) وغيرهم، توجد جماعات صف العجرم على جانبي النفود والدهناء في شمال غرب المملكة، وأهم الأنواع السائدة التابعة لهذا الصف في شمال المملكة العجرم *Anabasis articulata* (شكل ٦٣) و*Gymnocarpus decandrum*، والزمران *Traganum nudatum*، والمليح *Halogeton alopecuroides*، والقتاد *Astragalus spinosus*، *Salvia lanigera* والذنبان *Reseda muricata* والتمير *Erodium glaucophyllum* والشويكة *Fagonia* spp. والسِّلّه (الشبرم) *Zilla spinosa* والهشمه *Helianthemum kahiricum* وغيرها.

صف الرتم

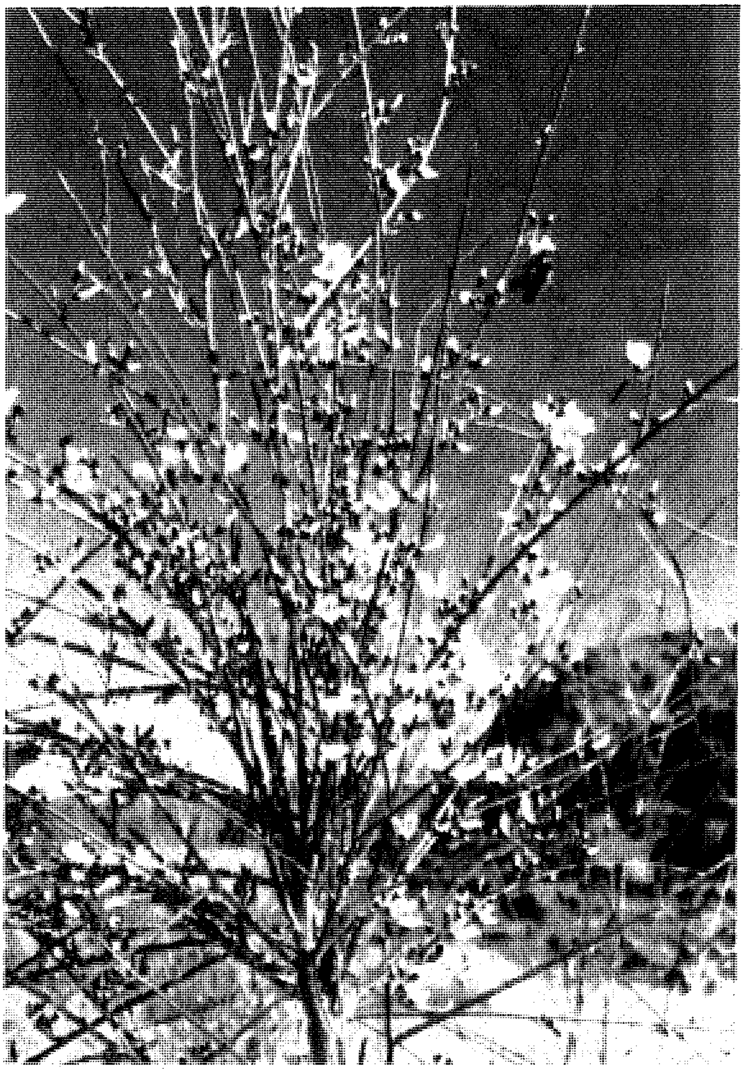
يتمثل بشكل جيد في شمال المملكة ويضم عددا من العشائر Associations، وأهم الأنواع السائدة في هذا الصف الرتم *Lygos raetam* (شكل ٦٤) والأرطى *Calligonum comosum* والغضا *Haloxylon persicum* (شكل ٦٥) والجربة *Farsetia longisiliqua* والعلنده *Ephedra alata* والثمام *Panicum turgidum* والعادر *Artemisia monosperma* والتَّربه *Silene villosa* وغيرها.

صف السويدة

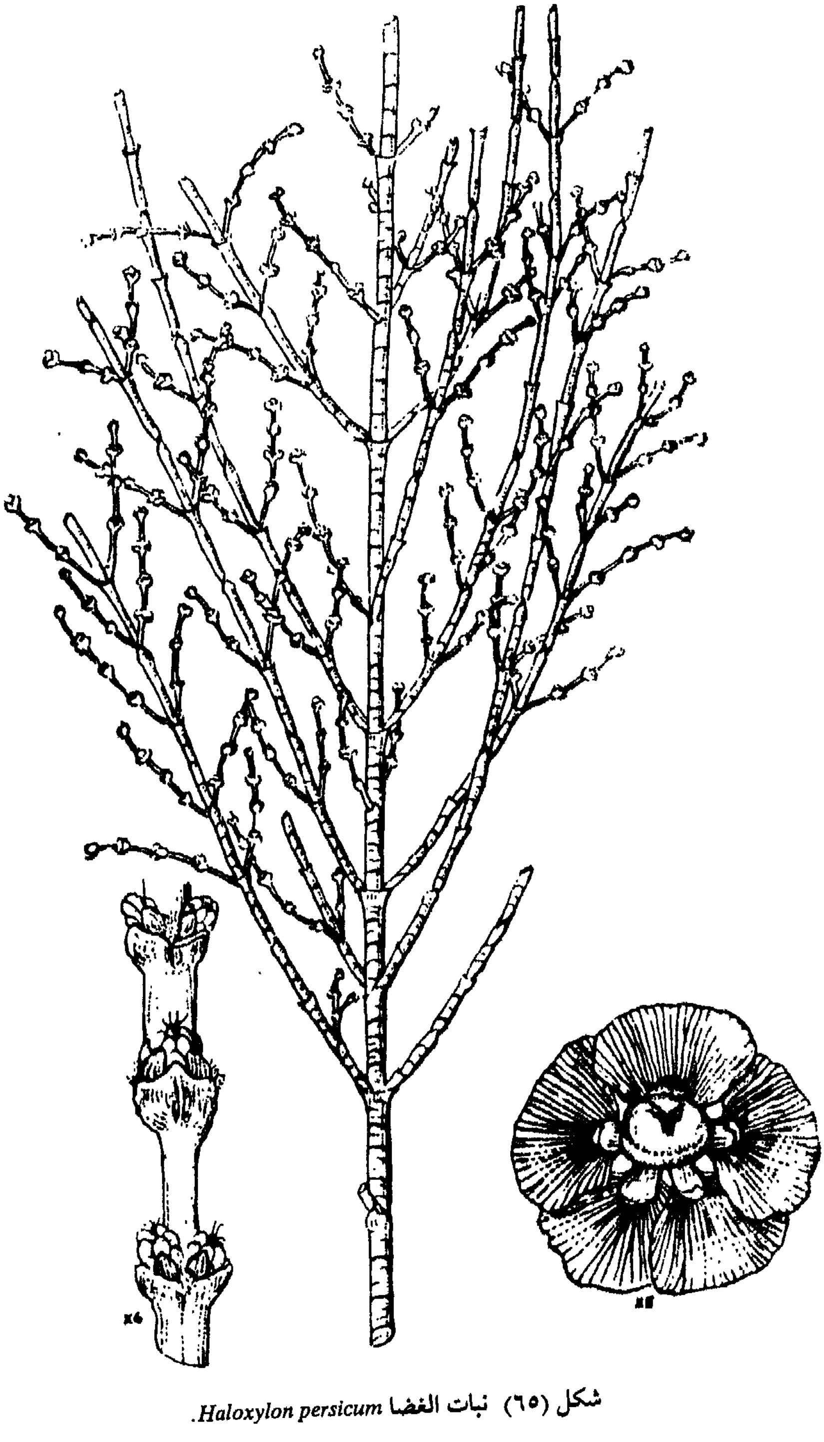
تتركز عشائر هذا الصف في المناطق ذات الترب الملحية حيث تكثر في رقع على طول السواحل، وأهم الأنواع السائدة في هذا الصف: السويده *Suaeda aegyptica* والسويده *Suaeda vermiculata* والسويده *S. monoica* (شكل ٦٦) والحضّادي *Halocnemon strobilaceum* والقَطَف *Atriplex halimus* والشعران *Anabasis setifera* والشنان *Seidlitzia rosmarinus* والرُّغل *Atriplex leucoclada* والنمص *Juncus maritimus* والرطريط *Zygophyllum coccineum* والشليل *Limonium axillare* وغيرها.



شكل (٦٣) نبات العجرم *Anabasis articulata*.



شكل (٦٤) نبات الرتم *Lygos raetam*.



شكل (٦٥) نبات الغضا *Haloxylon persicum*.



شكل (٦٦) نبات السويده *Suaeda monoica*.

٢ ـ المنطقة السودانية Sudanian Region

وتشكل الشريط الشمالي من المنطقة الاستوائية القديمة Paleotropic في افريقيا وجنوب غرب آسيا وجنوب إيران وجنوب غرب باكستان وكذلك صحراء السند وراجستان Rajasthan.

المنطقة السودانية في شبه الجزيرة العربية The Sudanian territory in Arabia

تتميز المناطق المدارية في المملكة التي تدخل ضمن هذه المنطقة بغناها بالفلورة وبتنوع غطائها النباتي والذي يمثل المنطقة الاريترية ـ العربية Eritreo-Arabian province والمنطقة النوبية ـ السندية Nubo-Sindian province ومن الجدير بالذكر أن المنطقة الاريترية ـ العربية ممثلة بشكل جيد في جنوب وجنوب غرب المملكة وفي المناطق الجنوبية الشرقية من شبه الجزيرة العربية ، أما المنطقة النوبية ـ السندية فتمثيلها أقل .

وفيما يلي قائمة تبين غنى شبه الجزيرة العربية بالأجناس المدارية (عن Schwartz ١٩٣٩)

الجنس	عدد الأنواع	الجنس	عدد الأنواع
Ficus	١٠	*Acacia*	٢٠
Loranthus	٨	*Crotalaria*	١٦
Cleome	صفر	*Cassia*	١٤
Maerua	صفر	*Indigofera*	٢٥
Kalanchoe	صفر	*Tephrosia*	١٧
Commiphora	٧	*Polygala*	١٤
Euphorbia	١٧	*Grewia*	٩

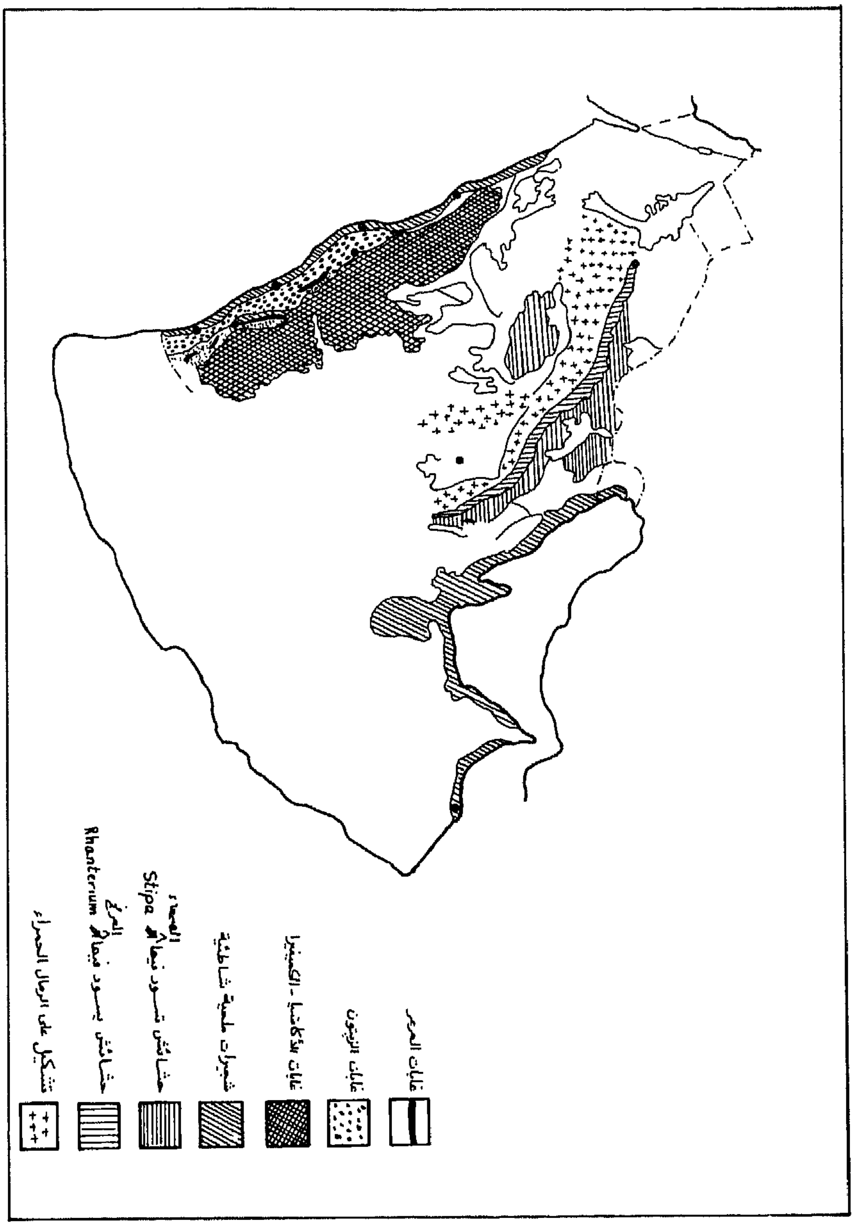
الجنس	عدد الأنواع	الجنس	عدد الأنواع
Abutilon	٨	*Ceropegia*	٧
Caralluma	١٧	*Ipomoea*	١٣
Convolvulus	١٥	*Ocimum*	١٤
Ruellia	٧	*Solanum*	٢٢
Tusticia	١١	*Barleria*	١٥
Veronica	٩	*Conyza*	٨
Senecio	١٤	*Francoeuria*	١٦
Launaea	٧	*Cymodocea*	٥
Panicum	٧	*Digitaria*	٧
Pennisetum	١١	*Aristida*	١٨
Eragrostis	١٢	*Sporobolus*	١٠
Cyperus	١٨	*Aloe*	٨
Commelina	٩		

يمكن من خلال الدراسات المتفرقة لعدد من الباحثين Vesey-Fitz Gerald (١٩٥٥، ١٩٥٧) وPopov وZeller (١٩٦٣) وWissman (١٩٤٨) وغيرهم تمييز النطاقات التالية في المناطق الجبلية التابعة للمنطقة السودانية في الجزيرة العربية (شكل ٦٧).

١ ـ نطاق الغطاء النباتي الألبي ـ الافريقي The Afro-alpine vegetation zone

ويوجد على ارتفاع ٢٥٠٠ ـ ٣٠٠٠م فوق سطح البحر ويتميز بالأنواع التالية:

Pittosporum abyssinicum, Lactuca yemenenes, Helichrysum abyssinicum, Potentilla reptans, Rubus petitianus, Senecio harazianus, Gerbera piloselloides,



شكل (٦٧) خريطة نباتية جزئية للمملكة العربية السعودية.

Rosa abyssinica, Grassula spp. والعـــديـد من الأعشـاب والنجيليـات التي تنتظم في تشكيل نباتي مفتوح Open formation.

٢ ـ نطاق الغابات الجبلية The zone of mountain forests

يتألف بشكـل أسـاسي من العـرعـر .*Juniperus* spp الـذي يسود في هذه الغابات على ارتفـاع ٢٠٠٠ ـ ٣٠٠٠م ، وهـذا النمـط من الغـابـات معـروف أيضا في اريتريا والصومال واثيوبيا وكينيا وذلك على نفس الارتفاع .

٣ ـ إلى الأسفل من هذه المنطقة وحتى ١٥٠٠م

نجـد غابـات جبليـة دائمـة الخضـرة يسـود فيهـا الـزيتـون البري (العتم) *Olea chrysophylla* و *Tarchonanthus camphoratus* كما يمكن أن نجـد في هذه الغـابـات الأنـواع الـتـالـيـة : *Ficus populifolia, Teclea nobilis, Acokanthera deflersii, Jasminum gratissimum, Ficus vasta, Rhus* spp., *Croton* spp., *Euclea kellau, Carissa edulis* وغيرها .

٤ ـ النطاق من ١٠٠٠ وحتى ١٥٠٠م فوق سطح البحر

والذي يسود فيه تشكيل *Acacia-Commiphora* وتشكل غابات ساقطة الأوراق . هذا ويمكن أن نجـد أمثلة هذا التشكيـل اعتبـارا من ٥٠٠م فوق سطـح البحـر وهي تغطي السفوح شديدة الانحدار في المنحدرات الشرقية القريبة للجبال .

أمـا في السهـول المعـرضـة للانجـراف Eroded plains فتسود الأكاشيا إلى جانب العديد من الشجيرات مثل العوسج *Lycium shawii* والمرخ *Leptadenia pyrotechnica*. والسـرح *Maerua crassifolia* والقـرمـط *Cadaba* وفي الأوديـة نجـد السـدر *Ziziphus spina-christi* والسَّلع *Cissus quadrangularis*.

الفصل الرابع

تكيف النباتات لتحمل الظروف الصحراوية والجافة

نظرا لكون مناخ المملكة العربية السعودية شديد الجفاف حيث الشدة الضوئية المرتفعة وخاصة في الفترة الجافة ونظرا لكون الصيف طويل حار وجاف والشتاء قصير قليل الأمطار نجد أن للنباتات التي تعيش في مثل هذه الظروف عددا من الخواص تمكنها من الإنبات والنمو في هذه الظروف الجافة وأهم هذه التكيفات ما يأتي :

أولا : وجود نسبة عالية من النباتات الحولية سريعة الزوال
Ephemeral annuals

تتراوح بين ٥٠ و٦٠٪ من عدد الأنواع في صحاري المملكة، وتتمكن هذه النباتات العشبية من أن تكمل دورة حياتها في فترة قصيرة تكون في المتوسط ما بين ٦ و٨ أسابيع، ويقتصر نشاطها الخضري على فترة الأمطار القصيرة، وتقضي فترة الجفاف التي قد تمتد إلى بقية السنة أوإلى عدة سنوات على شكل بذور كامنة. ومثل هذه النباتات تعتبر هاربة من الجفاف وذلك لأنها تكمل دورة حياتها من الإنبات حتى تكوين البذور في الفترة الرطبة من السنة.

من أهم ميزاتها المورفولوجية أنها صغيرة الحجم وجذورها قليلة العمق، ولكنها تنتشر أفقيا وتغطي مساحة كبيرة من التربة وبذلك تستغل مياه الأمطار حتى القليلة منها.

ويعتمـد بقـاء النبـاتـات الحولية الهاربة من الجفاف في مثل هذه البيئة الصحراوية على قدرتها في إنتاج البذور وهي تتميز، إضافة إلى سرعة نموها، بقدرتها على الإزهار والإثـمار المبكـر وبقـدرة فائقـة في تنظيم حجمها تبعا لرطوبة الوسط، فمثلا يصل طول نبـات الضـريسة *Tribulus terrestris* ، الذي يعيش في وسط قليل الرطوبة، من ٣ ـ ٦ سم ويحمـل زهـرة أو زهـرتـين فقـط وبهـذا ينتـج بذوراً جديـدة وإن قل عددها. أما في الأوسـاط الـرطبـة كالأودية والمنخفضات فيصل طوله إلى ٥٠سم وأكثر ويحمل عشرات الأزهار، إضافة إلى ما سبق، تتمتع بذور النباتات العشبية سريعة الزوال بآليات تجعل البذرة في حالة سكون وتحد من الإنبات قبل الأوان وبذا تتفادى محاولات الإنبات الفاشلة.

ثانيا: يلحق بالنبـاتـات العشبيـة الهـاربـة من الجفاف النباتات العشبية المعمرة سريعة الزوال Ephemeroids

والتي تتميـز بفـترة نمـو قصـيرة إذ تتمكن، كما النبـاتـات العشبيـة الحولية سريعة الزوال، خلال ١ ـ ٣ أشهر من أن تكمل دورة حياتها وتكون البذور، ومع بداية فصل الجفـاف يجف الجـزء فوق الـتر بـة منهـا، أمـا أجزاؤ ها المطمورة في التربة (ريزومات، أبصـال، درنـات . . . الخ) والتي توجد على عمق ١٥ ـ ٢٠سم فإنها تنتقل إلى وضع الكمون مثل *Poa sinaica* و*Carex* وغيرها.

ثالثا: أما الأنواع المعمرة الأخرى

والتي يستمر نموها في الفصل الجاف فإنها تتكيف بأشكال مختلفة تختلف باختلاف الأنـواع، وهـذه النبـاتـات هي التي تسمى بالنبـاتـات الجفافية Xerophytes ، وتقسم النباتات الجفافية إلى قسمين ١ ـ عصارية Succulents ٢ ـ جفافية قاسية Sclerophytes.

١ ـ النباتات العصارية Succulents

تتميـز النبـاتـات العصـاريـة بوجـود الأنسجة المدخرة للماء الذي تجمعه في الفترة

الرطبة من السنة وتستغله في الفصل الجاف، وقد تخزن هذه النباتات الماء في الأوراق كما في نبات الصبر (الصبّار) *Aloe vera* (شكل ٦٨) أو في الساق كما في نبات الغلثي *Caralluma penicillata*. ونظرا لأن هذه النباتات تعتمد على الكميات القليلة من مياه الأمطار التي تبلل الطبقات العلوية من التربة فإن جذورها سطحية وتنتشر أفقيا إلى مسافات بعيدة عن النبات.



شكل (٦٨) نبات الصبار *Aloe vera*.

كما تتميز النباتات العصارية بقلة النتح ذلك أن عدد الثغور فيها قليل (١٥ ـ ١٨ ثغر/مم٢) والثغور غائرة غالبا عميقة التوضع، كما أن البشرة مغطاة بأدمة Cuticle سميكة جدا من ناحية وغنية بالمواد الدهنية Lipids والشمعية Wax التي يعود إليها الفضل في قلة نفاذية الأدمة للماء وبالتالي إنقاص النتح الأدمي إلى الحد الأدنى (Skoss ١٩٥٥، Denna ١٩٧٠). وهكذا فالنباتات العصارية عبارة عن نباتات تدخر الماء وتفقده بشكل اقتصادي كبير، ولكن هذا الاقتصاد في صرف الماء يكون على حساب نمو هذه النباتات الذي يكون بطيئا جدا.

٢ ـ النباتات الجفافية القاسية Sclerophytes

وتضم معظم النباتات الصحراوية المعمرة التي تنتمي إلى أنماط مورفولوجية مختلفة من أعشاب متخشبة وحشائش وشجيرات وأشجار. تمتلك هذه النباتات تكيفات مختلفة تمكنها من تحاشي أو تحمل الجفاف وأهمها ما يأتي:

ا ـ **زيادة نمو المجموع الجذري.** تمتلك أغلب هذه النباتات مجموعاً جذرياً بالغ النمو والتفرع وينتشر عموديا إلى أعماق كبيرة تصل من ١٠ ـ ١٥م في بعض الأحيان وبذلك يمتص المياه الموجودة في الطبقات العميقة من التربة، كما يمتد أفقيا بالقرب من سطح التربة فيستغل المياه التي تبلل الطبقات العلوية من التربة، وهذا يساعده على امتصاص الماء من أكبر حجم ممكن من التربة مما يساعده في التعويض عن الماء الذي يفقد بالنتح والاحتفاظ بخلاياه في حالة امتلاء، كما يساعد الضغط الأزموزي المرتفع للعصير الخلوي، في هذه النباتات، على امتصاص المزيد من الماء.

أوضحت الدراسات التي قام بها مجاهد وآخرون (Migahid *et.al* ١٩٧٣) أن شجيرة المرخ *Leptadenia pyrotechnica*، الواسعة الانتشار في المملكة والتي يصل ارتفاعها إلى ١٦٠سم ترسل جذورها إلى عمق ١١,٥ متراً، وتمتد جذورها إلى الجانبين في دائرة قطرها عشرة أمتار، وبينت هذه الدراسات كذلك أن كمية المياه المتاحة في هذا الحجم الكبير من التربة تعادل ٢٣٠٠٠ كيلوجرام، وكل ما تفقده هذه الشجيرة بالنتح سنويا لايزيد عن ٣٠٠,٥ كيلوجرام، أي أن كمية الماء المتاحة تكفيها

مدة أربع سنوات دون أية حاجة إلى إمدادات جديدة بالماء. ويساعد تباعد النباتات الذي يميز الغطاء النباتي المفتوح على توسيع رقعة التربة المتاحة للفرد الواحد ليأخذ منها احتياجاته المائية.

هذا وإن زيادة نسبة المجموع الجذري في النباتات الصحراوية يرافقها عادة اختزال المجموع الخضري، فنبات العاقول *Alhagi maurorum* مثلا تمتد جذوره إلى ١٠ أمتار عمقا بينما لايكاد يتجاوز ارتفاع المجموع الخضري ٥٠سم (Batanouny ١٩٧٦)، وهذا التكيف في زيادة نسبة المجموع الجذري إلى المجموع الخضري Root/ Shoot ratio يزيد من كمية المياه المتاحة للنبات من جهة ويقلل النتح من جهة أخرى مما يزيد من تجنب النبات للجفاف، وبصورة عامة فإن نسبة المجموع الجذري إلى المجموع الخضري Root/ Shoot ratio في النباتات الجفافية مرتفعة جدا، بالمقارنة مع أنماط الغطاء النباتي الأخرى، كما يتضح من القائمة التالية:

نسبة كتلة المجموع الجذري إلى المجموع الخضري
(وزن جاف) في بعض أنماط الغطاء النباتي
(انظر Larcher ١٩٧٦)

نمط الغطاء النباتي	المجموع الخضري	المجموع الجذري
نباتات شجرية استوائية ومدارية	٨٠ ـ ٩٠	١٠ ـ ٢٠
أشجار ساقطة الأوراق في المناطق المعتدلة	٨٠	٢٠
نجيليات	٣٠ ـ ٥٠	٥٠ ـ ٧٠
السهوب		
ا ـ شبه رطبة	٣٠	٧٠
ب ـ شبه جافة	١٠	٩٠
الصحراء	١٠ ـ ٢٠	٨٠ ـ ٩٠

ب ـ تقليل فقد الماء عن طريق النتح. هناك تكيفات مختلفة لذلك أهمها التالية :

(١) قفل الثغور. والثغور هي الجهاز الذي يتم خلاله تبادل الغازات وهو الذي يستطيع تنظيم عملية النتح. لقد بينت الدراسات (Levitt ١٩٧٢) أن النباتات المقاومة للجفاف تستطيع قفل ثغورها بسرعة كبيرة خلال فترات الحرارة المرتفعة ولا تفتح الثغور إلا خلال فترة قصيرة في ساعات الصباح التي تستغلها في عملية البناء الضوئي، وفيما يلي قائمة تبين قدرة بعض النباتات الجفافية على قفل ثغورها بسرعة كبيرة عند تعرضها للإجهاد المائي :

اسم النوع	الزمن اللازم لغلق الثغور/ دقيقة
Byrsonima coccolobifolia	٣٠
Andira humilis	٢٠
Annona coriacea	٣٠
Spondias tuberosa	٢
Caesalpinia pyramidalis	١٠
Jatropha phylacantha	٢
Ziziphus joazeiro	٥
Bumelia sartorum	٣

ونرى في هذه القائمة أن بعض النباتات يمكن أن تغلق ثغورها كافة خلال خمس دقائق أو أقل، وتفتح الثغور فقط لفترة قصيرة خلال الصباح الذي يكون عادة غير شديد الجفاف (Ferri ١٩٥٥).

(٢) اختزال السطح الناتح. تقل شدة النتح إذا اختزل السطح الناتح وذلك بسقوط جزء من الأوراق أو باستبدال الأوراق الربيعية الكبيرة لتحل

محلها أخرى صغيرة أكثر تحملا للجفاف. فمثلا دراسات Orshan وZand (١٩٦٢) بينت أن مساحة السطح الناتح في النباتات التي تنمو في صحاري فلسطين تنقص بمعدل ٧٢ ـ ٩٦٪ سنوياً. مثال ذلك *Anabasis articulata, Noea mucronata, Haloxylon articulatum, Zygophyllum dumosum, Artemisia herba-alba*. أما النباتات التي تعيش في المناطق الجافة في شرق حوض البحر الأبيض المتوسط فينقص سطحها الناتح بمعدل ٢٥ ـ ٤٩٪ سنوياً مثل *Phlomis villosa, Poterium spinosum, Teucrium polium, Thymusa capitatus*. أما النباتات التي تعيش على الترب الرملية مثل نبات *Artemisia monosperma* فينقص سطحها الناتح بمعدل ٥٥٪ سنوياً.

كما تُسقط النباتات عديمة الأوراق جزءا من أفرعها فيقل السطح الناتح، أما النجيليات المعمرة فتجف وتفقد كل أوراقها الخضراء تقريبا ويتوقف نشاطها، ومع حلول موسم الأمطار الجديد تكوِّن أفرعا خضراء جديدة من براعم كامنة.

(٣) تقليل النتح الأدمي. تمتلك أغلب النباتات التي تعيش في المناطق الجافة أدمة Cuticle سميكة تعمل على تقليل النتح من ناحية وحماية النبات من الأشعة الشمسية من ناحية ثانية، إذ تعكس قسما كبيرا منها. هذا وإن إقلال النتح الأدمي يعود بشكل رئيسي إلى ترسب المواد الدهنية Lipids والشمعية Wax وهي تقلل من نفاذية الأدمة للماء، وبينت دراسات Skoss (١٩٥٥) أن زيادة المواد الدهنية والشمعية هي المسؤولة عن الحد من نفاذية الماء من خلال الأدمة.

(٤) وللنباتات الجفافية عدد من الصفات المورفولوجية والتشريحية وغيرها تمكنها من تحمل الأوساط الجافة وأهم هذه الصفات هي التالية:

(ا) صغر حجم الأوراق والذي يعتقد أنها خاصة مرتبطة مع تقليل

سطح النتح، ويمكن القول بصورة عامة أن النباتات صغيرة الأوراق هي السائدة في المناطق الجافة.

(ب) تغطي سطح أوراق بعض النباتات شعيرات كثيفة، وتقوم الشعيرات بعكس جزء من الأشعة الشمسية كما تشكل بينها وسطا مرتفع الرطوبة مما يقلل من النتح كما في نبات الغلقة *Pergularia tomentosa* والغرقدان *Abutilon* spp.

(جـ) تكثر النباتات التي لاتحمل أوراقا والتي تسمى بالنباتات اللاورقية Aphyllous plants مثل المرخ والارطى والرمث والرتم *Lygos raetam* (شكل ٦٤).

(د) تتحور الأفرع في بعض النباتات إلى أشواك كما في العاقول *Alhagi maurorum* والسلة *Zilla spinosa*.

(هـ) زيادة الأنسجة الدعامية وتخشب (تلجنن) معظم خلايا الأنسجة، مما يزيد من صلابة الخلايا وبالتالي تحافظ على شكلها حتى ولو انخفض المحتوى المائي فيها.

(و) التفاف الأوراق في عدد من النباتات الجفافية بحيث تلتقي حوافها تقريبا وتشكل جوفا مغلقا تفتح عليه الثغور، يزداد الالتفاف في الفترة الجافة من النهار وينقص في الفترة الرطبة، وتوجد هذه الخاصة في الكثير من النجيليات مثل نبات *Stipa* ونبات *Festuca* ونبات قصب الرمال *Ammophila arenaria* (شكل ١٩) ويؤدي هذا الالتفاف إلى تقليل النتح بنسبة تتراوح بين ٦٠ و٩٠٪، وذلك لأن الثغور تفتح في الجوف المغلق مما يؤدي إلى زيادة رطوبة الهواء داخله وبالتالي نقص النتح.

(ز) وجود الثغور في انخفاضات تجعلها غائرة دون مستوى سطح

البشـرة، كما أن ثغـور بعض النبـاتـات توجـد في تجاويف محمية بالأوبار كما في نبات الدفله *Nerium oleander* (شكل ٢٠).

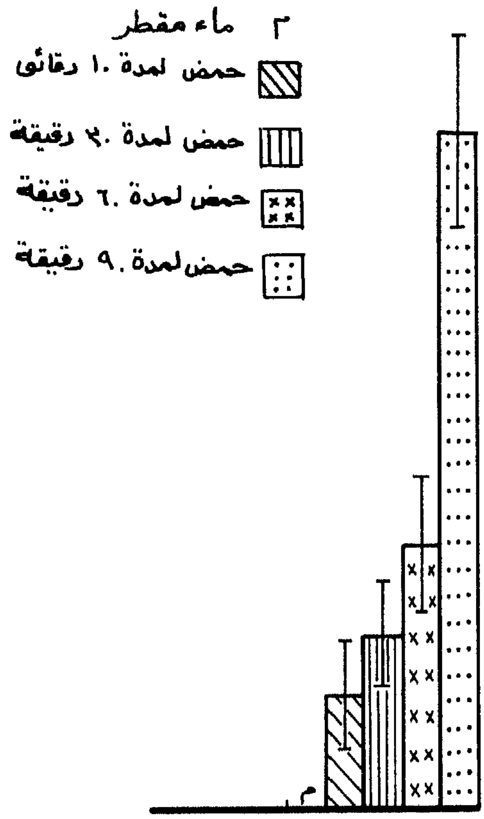
(ح) إنبـات البـذور. تعتـبر الآليات التي تنظم إنبات البذور في المناطق الجـافـة من التحـورات الهامة التي تمكن البادرات الناتجة عن البذور من النمو وإعطاء نبات بالغ. ويعتمد بقاء النباتات في هذه البيئة على ما يكون للبذور من خصائص تمكنها من الاستجابة لمؤثرات الوسط الخارجي ومؤشراته بحيث لايتم الإنبـات إلا في المكـان والـزمـان المنـاسبين حيث تتوفر للبادرات أفضل الظـروف لتنمـو وتصـل إلى طور النبات الناضج. وسنحاول التعرض لبعض الآليات التي تعمل على تنظيم إنبات البذور، في صحراء المملكة، والتي تحد من حدوث الإنبات قبل أوانه مما يعرض البادرة للموت:

- تتميـز وحـدات التكـاثـر كما في نبـات السلة (Batanouny *et. al.* ١٩٧٢) والحـرمـل (El-Naggar ١٩٦٣) بوجـود معوقات للإنبات وهي عبارة عن مواد كيميائية تذوب في الماء، وتوجد هذه المواد عادة في الجنين أو القصرة وفي أحيان أخرى في الغلاف الثمري وتلعب دورا فعالا في تنظيم عملية الإنبات. ولايتم إنبـات مثـل هذه البـذور إلا إذا هطل مطر غزير وكاف ليبلل التربة إلى عمق كبـير ويغسـل ما تحويـه البـذور من المـواد المعيقـة للإنبات ويزيلها من البذرة والتربة المحيطة بها، لذا فإن المطر القليل الذي لايبلل التربة إلى عمق كبير لايغسـل المـواد المعيقـة للإنبات وتبقى البذور في حالة سكون. وقد شبه علماء الأحياء هذه الظاهرة الحيوية بجهاز لقياس كمية المطر يمكّن البذرة من قياس كمية المطر قبل أن تتسرع في الإنبات.

تعتـبر هذه الـدقة في تحديد الاحتياجات المائية اللازمة لإنبات البذرة من التكيفات الهامة التي تضمن للبادرات الناتجة عن عملية الإنبات ظروفا لاحقة منـاسبـة تمكنها من النمو والوصول إلى مرحلة النبات الناضج، وهذه النباتات التي لاتنبت بذورهـا إلا إذا توفـرت كميـات معينـة من ميـاه الأمطـار، تنبت

بسـرعـة في الظـروف البيئيـة المناسبة وتستفيد من أكبر قسط من الماء المتاح في الموسم الماطر والذي يكون عادة قصيرا (Mahmoud ١٩٧٧) .

● كثـيرا ما يكـون العـامـل المعيق لإنبـات البذرة هوكون قصرة البذرة غير منفـذة للماء، وتشيـع هذه الظـاهـرة في كثير من النباتات الصحراوية وخاصة أنـواع الفصيلة القـرنية Leguminosae ، ويمكن جعل مثل هذه البذور منفذة للماء بطـرق ميكـانيكيـة كخدشها بأداة حادة أوغمسها في حمض (شكل ٦٩) ولعـل هذا ما يحدث في الطبيعـة إذ أن احتكـاك هذه البـذور المستمر بالحصى



شكل (٦٩) زيـادة إنبـات بذور السنـط العـربي بزيادة مدة غمسها في حمض الكبريتيك المركز قبل إنباتها في درجة حرارة ٢٠ درجة مئوية .

وحبيبات الرمل نتيجة للسيول والعواصف، وتعرضها المستمر لدرجات الحرارة المتباينة بين الليل والنهار بالإضافة إلى درجة الرطوبة المرتفعة في الموسم الماطر يلين قصرة هذه البذور ويجعلها منفذة للماء، كما أن تغذي الحيوانات على هذه البذور ومرورها خلال الجهاز الهضمي وتعرضها للعصارات الهضمية يؤدي إلى زيادة نفاذية قصرتها للماء بعد خروجها مع فضلات الحيوانات.

● تعمل معوقات الإنبات الكيميائية وكذلك القصرة السمكية غير المنفذة للماء على توزيع الإنبات على فترات متتالية عبر السنين، الأمر الذي يحفظ عددا من البذور، في التربة، القادرة على الإنبات فيما بعد، خاصة إذا حدث جفاف يقتل البادرات التي نتجت عن إنبات بذور بعد نزول مطر وافر، الشيء الذي كثيرا ما يحدث في المناطق الجافة.

● يعتمد تنظيم عملية الإنبات كذلك على تمتع وحدات التكاثر بآليات تجعل الجنين في حالة كمون يحد من الإنبات في الظروف غير المناسبة، فمثلا تنبت بذور نبات العادر *Artemisia abyssinica* غير الكامنة بنسبة مرتفعة وبسرعة إذا عرضت لدرجات حرارة متقلبة تماثل درجات الحرارة التي تسود في الموسم الماطر (ديسمبر - ابريل)، (Mahmoud *et al.* ١٩٨٢) وتدخل البذور في حالة سبات إذا عرضت لدرجات حرارة مرتفعة تماثل درجات الحرارة السائدة في شهر مايو (آيار) وهو بداية موسم الجفاف، كما يمكن لهذه البذور الكامنة أن تنبت إذا عرضت لدرجة حرارة تماثل درجة الحرارة السائدة في أحد أشهر الموسم الماطر.

يتضح من هذا أن درجة الحرارة مؤشر يحفز البذور في الموسم المناسب لإنباتها.

● تنحصر الظروف البيئية المناسبة لإنبات البذور ونمو البادرات في أماكن محددة (المنخفضات والأودية وأماكن تجمع المياه وغيرها) ووقوع البذور في مثل

هذه الأوساط يعني زيادة الفرص أمامها للإنبات وتكوين نبات ناضج ، لذا نجد أن النباتات غالبا ما تكون أعضاؤ ها التكاثرية مزودة بتكيفات تساعدها على الانتشار مما يزيد من احتمال وقوعها في هذه البيئات المناسبة . وهذا ما نجده في الكثير من النباتات التي تنمو في المناطق الجافة حيث تتميز البذور بصغر حجمها وخفة وزنها مما يسهل حملها بالرياح ، كما أن الكثير من البذور أو الثمار مزود بزوائد تساعدها على أن تحمل بواسطة الرياح إلى أماكن مختلفة ، فمثلا تمتاز ثمار نباتات الفصيلة المركبة Compositae ، الواسعة الانتشار في الصحراء السعودية ، بأنها صغيرة الحجم خفيفة الوزن ومزودة بزوائد شعرية تساعدها على الانتقال بواسطة الرياح . كما أن لبذور نبات العشر *Calotropis procera* ونبات الغلقه *Pergularia tomentosa* مثلا زوائد شعرية تحملها كالمظلة وتنقل بذلك إلى أماكن مختلفة ، أما نبات الرمث *Hammada elegans* والحميض *Rumex vesicarius* والخزامى *Horwoodia dicksoniae* فثمارها مجنحة مما يسهل نقلها بالرياح . ولثمار بعض الأنواع زوائد أو أشواك تساعدها على الالتصاق بأجسام الحيوانات وبذلك تنتقل إلى أماكن مختلفة مثل الضريسة *Tribulus terrestris* والحسكتيت *Cenchrus biflorus* والسعدان *Neurada procumbens* والنفل *Medicago laciniata* وغيرها .

الفصـــل الخامس

الأقاليم النباتية الطبيعية في المملكة العربية السعودية

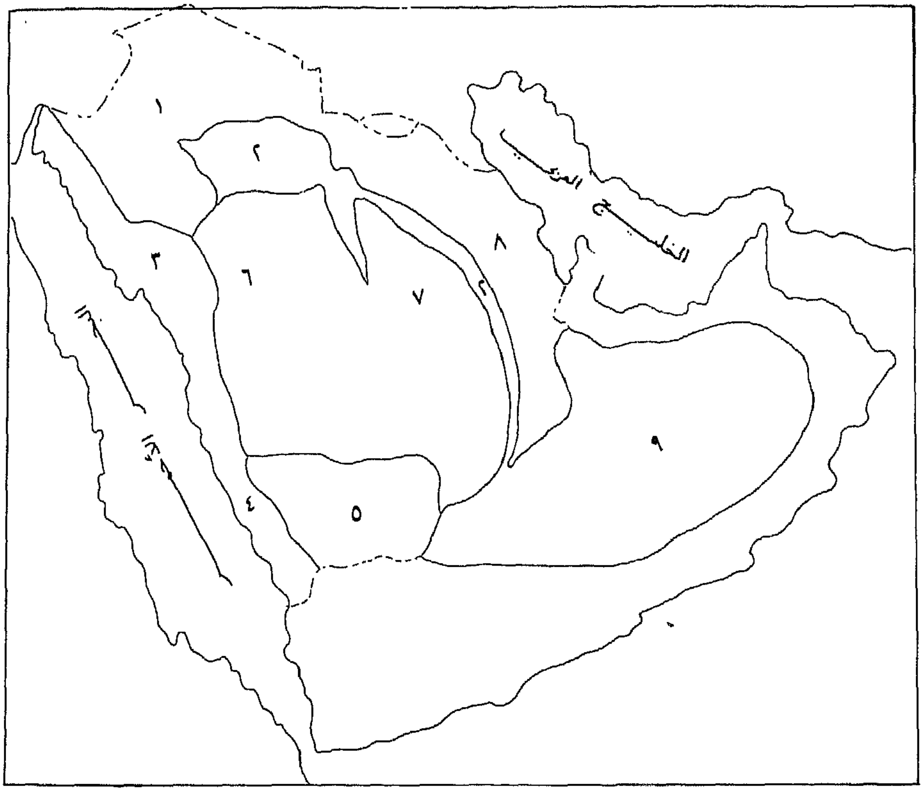
اعتمـد مجاهـد (١٩٨١، غير منشور) في تقسيمه المملكة إلى أقاليم نباتية طبيعية على الأسس التالية:

ا - الموقع الجغرافي.
ب - التكوين الجيولوجي.
جـ - العامل الطبوغرافي (أي الارتفاع).

وانطلاقا من هذا قسّم المملكة إلى قسمين رئيسيين:

١ - الأول ويشمـل المنطقـة الغـربيـة على امتداد جبال الحجاز بمحاذاة شاطىء البحر الأحمر من الشمال إلى الجنوب (شكل ٧٠) وهي منطقة مرتفعة مؤلفة من صخور بركانية، تنحدر انحدارا حادا باتجاه سهل تهامة وانحدارا تدريجيا باتجاه الشرق.

٢ - الثـاني ويقـع إلى الشـرق من القسم الأول، مساحته كبيرة ويشمل المناطق الوسطى والشرقية والشمالية من المملكة، ويختلف من حيث النشأة والتكوين الجيولوجي اختلافا تاما عن القسم الأول، فقد نشأ من أصل رسوبي أحدث تكوينا من الصخور التي تكـونت منهـا جبـال الحجـاز. تنحـدر منـاطق القسم الثاني انحدارا تدريجيا باتجاه الشرق حتى تصبح على ارتفاع مستوى سطح البحر بمحاذاة الخليج العربي.



شكـل (٧٠) الأقـاليم الجغـرافيـة النبـاتية في المملكة العربية السعودية .

١ ـ الشمالية ٢ ـ النفـود
٣ ـ شمال الحجاز ٤ ـ جنوب الحجاز
٥ ـ الجنوبية ٦ ـ غرب نجـد
٧ ـ شرق نجد ٨ ـ الشرقية
٩ ـ الربع الخالي

تقسم المنطقـة الغـربيـة بدورها حسب الموقع الجغرافي والارتفاع ، وما يترتب على ذلك من اختلافات في المناخ وبالتالي في الغطاء النباتي ، إلى قسمين جنوبي وشمالي .

يقـع القسم الجنـوبي في المنطقـة الحـارة جنـوبي مدار السـرطان لذا فإنه يتعرض

للرياح الموسمية المحملة بالأمطار وبهذا يختلف هذا القسم عن بقية أقسام المملكة التي إما أن تكون خارج المنطقة الحارة وبالتالي فهي غير معرضة لسقوط الأمطار الموسمية وإما أن تكون داخلية بعيدة عن البحر وبالتالي فهي أكثر جفافا. كما يتميز القسم الجنوبي من المنطقة العربية بجباله المرتفعة المعروفة باسم جبال السروات وتشمل منطقة عسير الجبلية حيث ترتفع الجبال إلى ٣٧٠٠م بالقرب من مدينة أبها في الجنوب، ثم يتناقص ارتفاعها تدريجيا كلما اتجهنا نحو الشمال حتى يصل إلى حوالي ٢٣٠٠م بالقرب من الطائف و١٠٠٠ ـ ١٥٠٠م في القسم الشمالي. ويقترن مع ارتفاع هذه المنطقة وتعرضها للرياح الموسمية انخفاض متوسط درجة الحرارة وزيادة كمية الأمطار (حتى ٦٠٠مم) وارتفاع رطوبة الهواء وزيادة طول الفصل الماطر. ولهذا نجد في هذه المنطقة غطاء نباتيا كثيفا يتألف بشكل أساسي من غابات يسود فيها العرعر *Juniperus procera* والزيتون البري (العتم) *Olea chrysophylla* والأكاشيا *Acacia* وغيرها.

أما القسم الشمالي من المنطقة الغربية فهو أقل مطرا وأشد حرارة من القسم الجنوبي وذلك بسبب قلة ارتفاع الجبال من ناحية وعدم تعرضه للرياح الموسمية لوقوعه إلى الشمال من مدار السرطان من ناحية ثانية، لذا فإن غطاءه النباتي قليل الكثافة وفقير بالأشجار.

أما المناطق الوسطى والشرقية والشمالية من المملكة فهي أكثر جفافا من المنطقة الغربية ويتمثل فيها خصائص المناخ الصحراوي بأوضح صوره، لذا فإن الغطاء النباتي أفقر من نظيره في المنطقة الغربية.

سمات الغطاء النباتي الطبيعي في المملكة العربية السعودية

تنعكس كل الظروف المناخية التي أوضحناها سابقا في تكوين الغطاء النباتي في المملكة العربية السعودية، ومن سمات الغطاء النباتي أنه يتكون في الغالب، من نباتات عشبية قصيرة رغم تفاوت أطوالها ويندر بينها وجود الشجيرات والأشجار والتي ينحصر

تواجدها في الأماكن التي تتجمع فيها المياه والترب الرسوبية العميقة مثل الوديان والمنخفضات. كما يتميز الغطاء النباتي بأنه يتكون أساسا من نباتات معمرة متباعدة وتفصل بينها مسافات في الأرض العادية التي تنمو فيها الأعشاب الحولية التي تتوقف كثافتها على كمية الأمطار.

ويتكون الغطاء النباتي في أية منطقة من عدة عشائر نباتية Associations متميزة ترتبط ارتباطا وثيقا بنوع الموطن (المسكن) Habitat الذي تعيش فيه، ويميز كل عشيرة نوع واحد أساسي وهذا النبات المعمر السائد هو أكثر النباتات وفرة ويعطي نموه العشيرة الشكل المميز لها وتسمى باسمه، ويرافق النوع السائد أنواع أخرى من النباتات يكثر عددها أو يقل تبعا لظروف البيئة السائدة، وتكرر العشيرة النباتية وتعيد نفسها بصورة متماثلة تقريبا كلما تكررت ظروف البيئة المناسبة.

بالرغم من أن الغطاء النباتي يتكون من عشائر مفتوحة إلا أنه يظهر تطبقا Stratification (تنضيداً) ليس واضحا لتباعد النباتات وقلة عدد الطوابق. ويتكون من طابق النباتات الخشبية المعمرة والتي يتراوح طولها بين ٣٠ و١٠٠ سم، ويتمثل هذا الطابق في العشائر التي يسود فيها أنواع مثل الحرمل *Rhazya stricta* والرمث *Hammada elegans* (شكل ٧١) والسنمكه *Cassia senna* والصفوى *Dipterygium glaucum* والجثجاث *Francoeuria crispa* والسكران *Hyoscyamus muticus* والعرفج *Rhanterium eppaposum* والعادر *Artemisia abyssinica* والشث *Dodonaea viscosa* وحشائش مثل الإذخر *Cymbopogon schöenanthus* والثمام *Panicum turgidum* والضعه *Lasiurus hirsutus* والعنذب *Cyperus conglomeratus* و *Hyparrhenia hirta* وغيرها.

ويظهر تحت نباتات هذا الطابق طابق آخر يتكون من نباتات معمرة منبطحة مثل نبات الحنظل *Citrullus colocynthis* والسطيح *Corchorus depressus*، كما ويتشكل طابق آخر من الأعشاب الحولية والتي تنمو في الفصل الماطر من السنة وتعتمد كثافتها وعدد أنواعها على كمية الأمطار السنوية، مثال ذلك المدّاد *Boerhavia repens*



شكل (٧١) عشيرة الرمث *Hammada elegans*.

والموسباك *Anthemis melampodia* والأقحوان *Plantago amplexicaulis* والخزامى *Horwoodia dicksoniae* والصمعاء *Stipa capensis* والخافور *Schismus barbatus* وغيرها.

ويزداد عدد طوابق الغطاء النباتي كلما تحسنت الظروف البيئية ففي المنخفضات ومسيلات المياه التي تزداد مواردها المائية وتتعمق تربها يظهر طابق الشجيرات بالإضافة إلى طابق الأعشاب المتخشبة وطابق الأعشاب الحولية، ويتمثل هذا التطبق في العشائر التي يسود فيها نباتات السَّلَم *Acacia ehrenbergiana* والعشار *Calotropis procera* والغضا *Haloxylon persicum* والعوسج *Lycium shawii* والمرخ *Leptadenia pyrotechnica* والرتم *Lygos raetam* والارطى *Calligonum comosum* وغيرها.

أما في المناطق الجبلية في السروات وفي الأودية الكبيرة فيظهر بالإضافة إلى الطوابق الثلاثة السابقة طابق الأشجار ويتضح هذا النمط من التطبق في العشائر التي

يسود فيها العرعر *Juniperus procera* والزيتون البري *Olea chrysophylla* والدوم *Hyphaene thebaica* والطلح *Acacia seyal* والسيال *A. raddiana* والسمر *A. tortilis* والسدر *Ziziphus spina-christi* وغيرها .

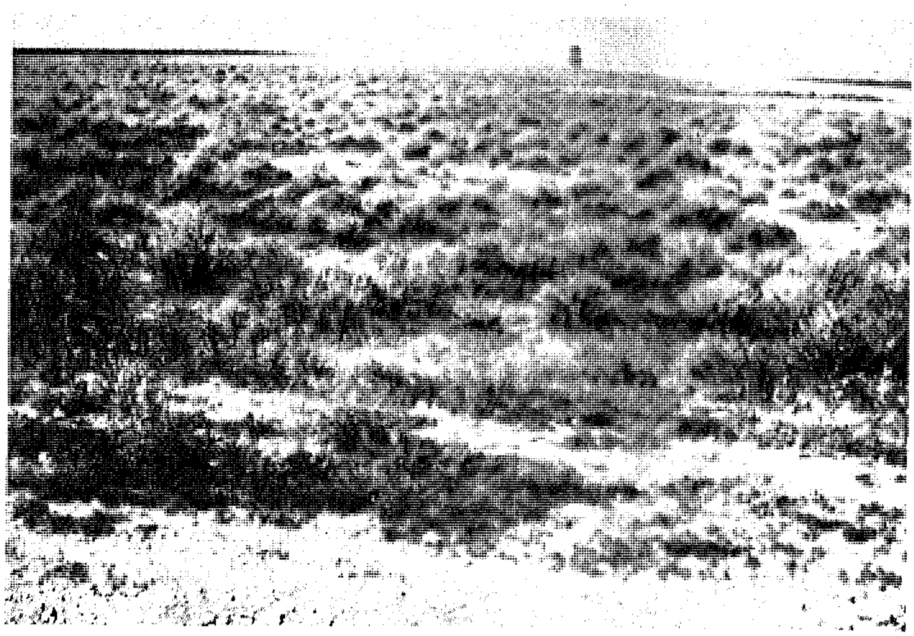
أهمية الماء كعامل محدد لنمط الغطاء النباتي

تعتمد كثافة ونوع الغطاء النباتي في المناطق المختلفة من المملكة العربية السعودية على كمية الأمطار والمياه المتوفرة للنباتات، وذلك لأن مناخ المملكة يوفر للنباتات كل احتياجاتها الضوئية والحرارية ولكنها تعاني من شح المياه، التي تعتبر العامل المحدد لحياة النباتات، وكلما زادت كمية المياه المتاحة كلما زادت كثافة النباتات وازداد عدد الأنواع (شكل ٧٢)، لذا فإن كل العوامل التي تؤثر على كمية المياه المتاحة للنباتات تزيد بدورها من كثافة وعدد الأنواع المكونة للغطاء النباتي .



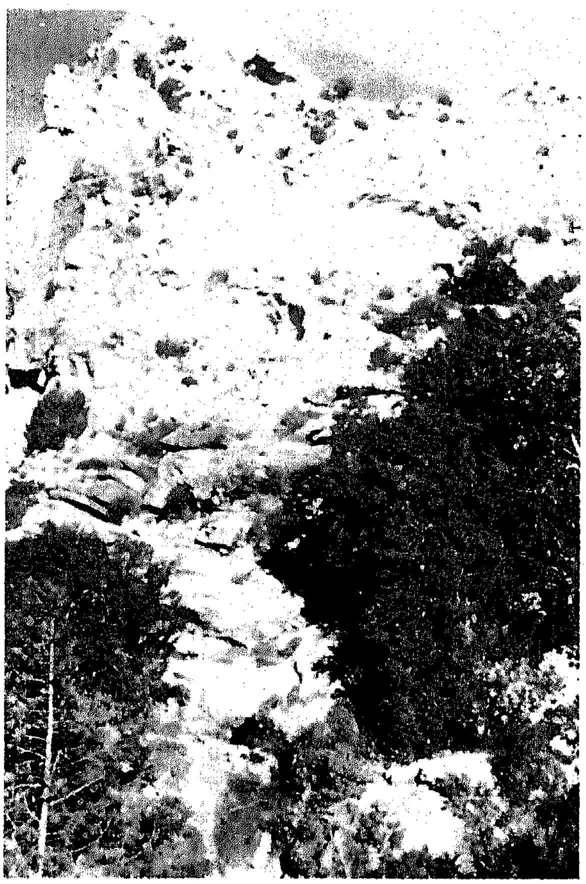
شكل (٧٢) نمو غزير للنباتات الحولية نتيجة لتوفر الماء في منخفض.

وتؤثر طبوغرافيا الأرض تأثيرا بالغا في توزيع مياه الأمطار وما تحمله من أتربة وبالتالي في الغطاء النباتي من حيث الكثافة وعدد الأنواع ، فالمناطق المنخفضة تتلقى كميات أكبر من مياه الأمطار وما تحمله من ترب بالمقارنة مع المناطق المرتفعة والمنحدرة وبالتالي نجد في الأولى غطاء نباتيا كثيفا ويتألف بشكل أساسي من الشجيرات والأشجار إضافة إلى عدد كبير من الأعشاب ، ففي شكل (٧٣) يتضح أن وسط المنخفض ، حيث الماء أكثر ، يضم نباتات معمرة مثل الشيح *Artemisia herba-alba* والقصباء *Teucrium oliverianum* بينما في أطرافه ، حيث يرتفع مستوى الأرض قليلا وتنحسر مياه الأمطار بسرعة تجرف معها التربة ، وتنمو نباتات حولية سريعة الزوال (قصيرة العمر) مثل الكُشّين *Diplotaxis harra* وغيره ، وهكذا فإن الاختلاف البسيط في مستوى سطح الأرض يؤدي إلى تشكيل عشيرتين نباتيتين مختلفتين .



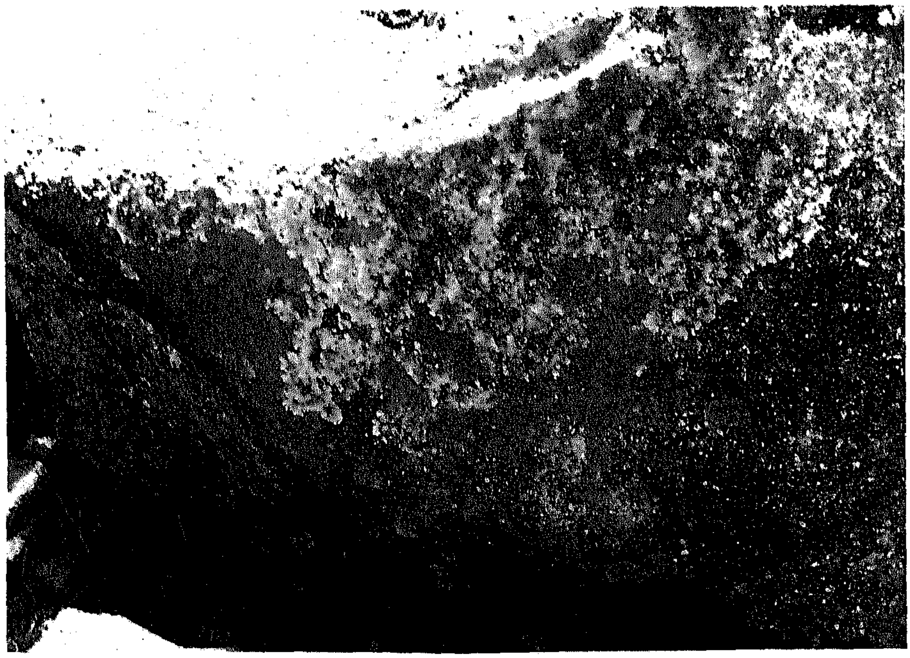
شكل (٧٣) اختلاف في تكوين الغطاء النباتي تبعاً للاختلافات البسيطة في مستوى سطح الأرض (النباتات المعمرة هي الشيح *Artemisia herba-alba* والقصباء *Teucrium oliverianum*) .

كما أن للارتفاع فوق سطح البحر في مرتفعات عسير دورا بالغا في زيادة كمية الأمطار وارتفاع الرطوبة وانخفاض درجة الحرارة وبالتالي هو المسؤول عن تكوين الغطاء النباتي الشجري الذي يسود فيه العرعر والزيتون البري والاكاشيا، والذي يعتبر أكثر أنماط الغطاء النباتي كثافة في المملكة. وتؤثر درجة الانحدار في هذه المرتفعات، كما في غيرها، على فعالية الأمطار، فالأمكنة شديدة الانحدار والتي ينحسر عنها ماء المطر بسرعة تكون خالية تقريبا من النباتات الزهرية أما الأمكنة هينة الانحدار فإن انحسار الماء عنها أقل وبالتالي يمكن أن تستقر فيها المياه وقتا قصيرا مما يسمح بنمو النباتات الزهرية (شكل ٧٤).



شكل (٧٤) نمو النباتات في المنحدرات الهينة وخلو المنحدرات الشديدة من النباتات.

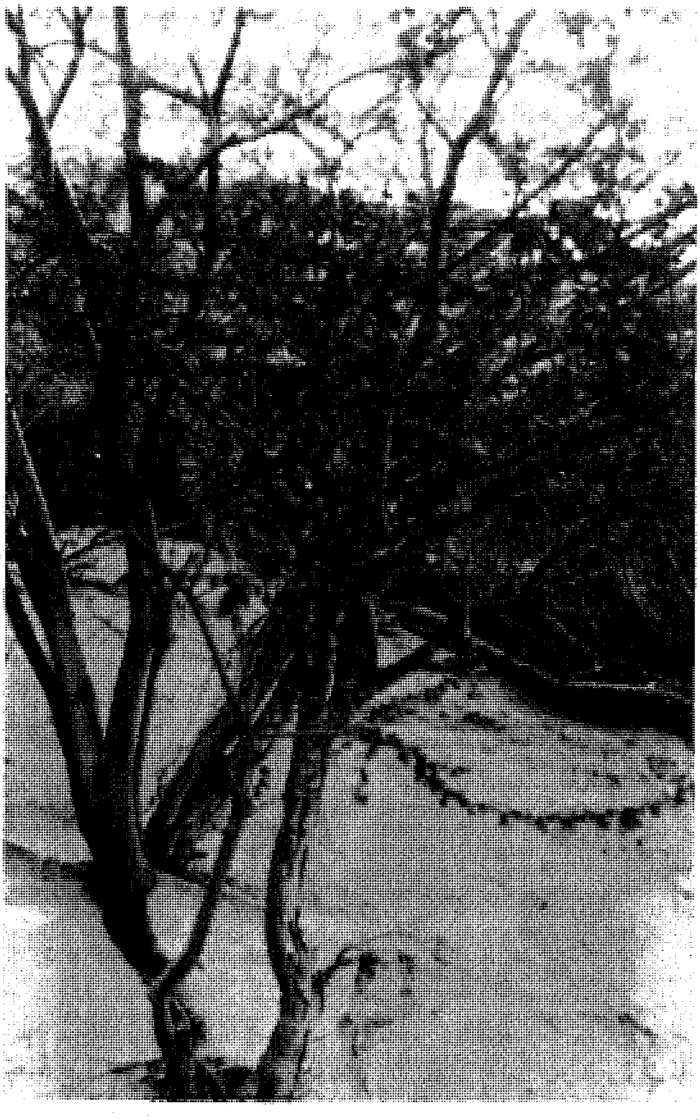
وتؤثر خصائص سطح الأرض كثيرا في كمية الماء المتاح للنباتات وبذلك تؤثر في نموها، فلا يسمح سطح الصخر، مثلا، إلا لنمو النباتات غير الزهرية والتي تتحمل الجفاف الشديد مثل الأشنات (شكل ٧٥) ولكن النباتات الزهرية يمكن لها أن تنمو في صدوع الصخور (Crevices) وترسل جذورها في التربة المتجمعة داخلها وبهذا تحصل على احتياجاتها المائية (شكل ٧٦).



شكل (٧٥) نمو الأشنات المتحملة للجفاف على أسطح الصخور.

إن لطبيعة التربة وعمقها وقوامها (Shreve ١٩٥١) أهمية كبيرة في تأثيرها على الغطاء النباتي الصحراوي ويرجع ذلك إلى انعكاس هذه الخواص على قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء.

فالتربة قليلة العمق والتي لاتستطيع أن تختزن إلا كميات قليلة من الماء لاتسمح إلا بنمو النباتات الحولية قصيرة العمر Ephemerals التي تكمل دورة حياتها خلال فترة



شكل (٧٦) أشجار البشام *Acacia asak* النامية في صدوع الصخور.

قصيرة، أما الترب العميقة التي تختزن كميات كبيرة من الماء فإنها تسمح بنمو النباتات المعمرة. كما أن لقوام التربة ودرجة انحدارها تأثير كبير على نمو النباتات.

الفصل السادس

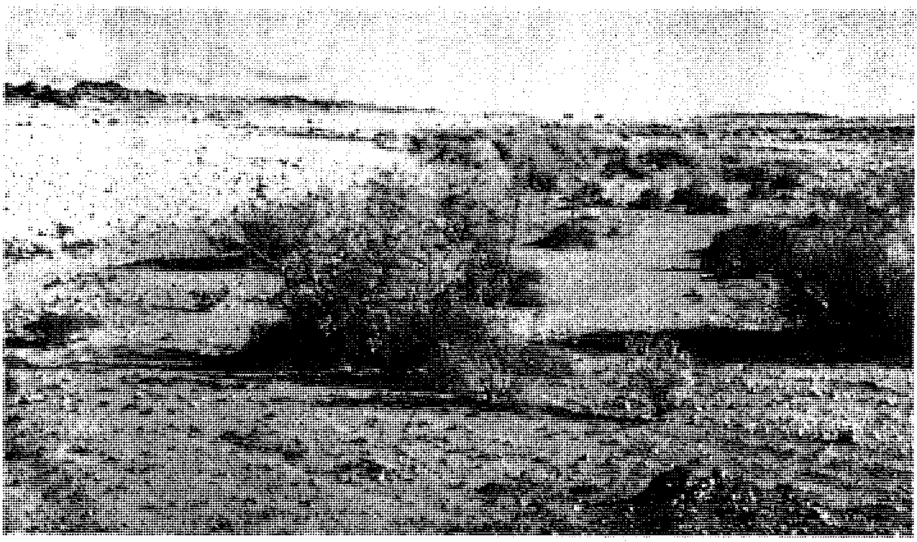
أنواع البيئات وغطاؤها النباتي في المملكة العربية السعودية

إن أول انطباع يخطر على بال من يسمع عن الصحراء في المملكة هو أنها بيئة رتيبة قوامها مساحات شاسعة من المسطحات والكثبان الرملية، ولكن الحقيقة التي يدركها من يتجول في ربوعها هي أنها بيئة متنوعة وخاصة في الموسم الماطر، ويمكن تمييز عدد من البيئات لكل منها ظروفها الخاصة وغطاؤ ها النباتي المميز وأهم هذه البيئات ما يأتي :

١ ـ الوديان ومجاري مياه السيول وقنوات تصريف الأمطار

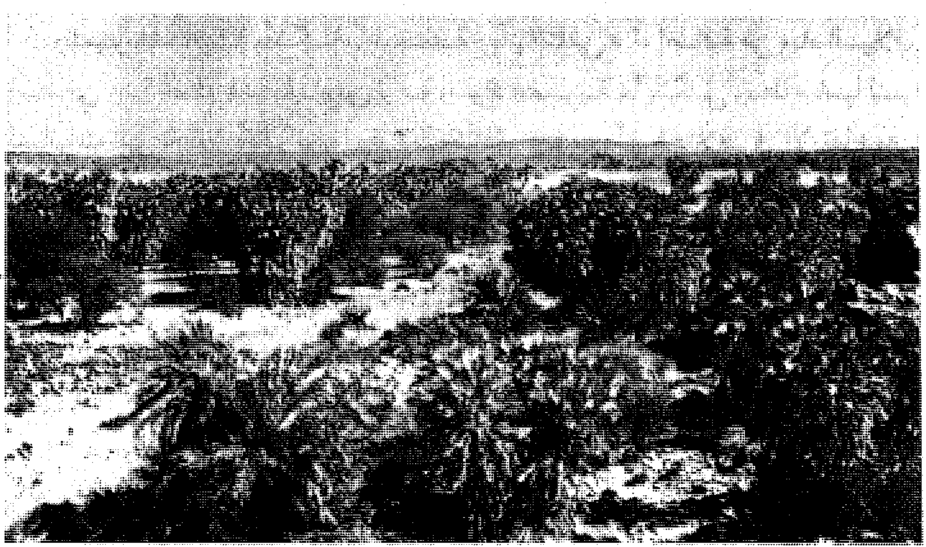
وتتميز هذه البيئة بأشكالها المختلفة وبأنها تتلقى مياه إضافية من مياه السيلان السطحي وما تحمله هذه المياه من تربة ومواد عضوية مما يشكل وسطا مناسبا لنمو النباتات التي تكون أكثر نموا وعددا وكثافة. ويؤدي أي اختلاف في الارتفاع بين منطقتين متجاورتين في الصحراء إلى اختلاف كبير في التربة وكمية المياه المتاحة للنباتات وبالتالي في الغطاء النباتي الذي يكون مزدهرا في الأمكنة المنخفضة. ففي المسيلات الضحلة التي تخترق السفوح والمنحدرات نجد أن التربة قليلة العمق والنباتات التي تعيش فيها من النباتات الحولية التي تظهر في الفصل الماطر من السنة.

وترتبط هذه المسيلات مع بعضها فتشكل مجرى مائيا أكثر اتساعا وتربته أكثر عمقا وتتلقى مياه إضافية على حساب مياه السيلان، مما يؤدي إلى تشكل غطاء نباتي مزدهر من النباتات المعمرة (شكل ٧٧).



شكل (٧٧) مجرى مائي متوسط الحجم تربته عميقة وترى نباتات الكلخ *Ferula sinaica*.

أما في الأودية وخاصة الكبيرة منها التي تتميز بمواردها المائية الوفيرة وبتربتها العميقة الخصبة فنجد غطاء نباتيا يسود فيه الشجيرات والأشجار (شكل ٧٨).



شكل (٧٨) وادي كبير يصل فيه الغطاء النباتي طور الذروة ويرى فيه أشجار الدوم.

وفي بعض المسيلات المائية والأودية التي ينحدر فيها الماء بسرعة كبيرة وخاصة في المناطق الجبلية نجد أن نمو النباتات ينحصر في جانبي المجرى المائي أما وسطه فيكون خاليا إلا من بعض النباتات، ذلك أن تيار المياه الشديد لايسمح للبذور أو للبادرات بأن تستقر فيه (شكل ٧٩).



شكل (٧٩) نبات الحمض *Suaeda monoica*، الذي ينمو على جانبي وادي فاطمة بينما يخلو بطن الوادي من النباتات.

٢ ـ البيئات (المواطن) المائية Aquatic Habitats

تتكون في أنحاء مختلفة من المملكة بيئات مائية من بحيرات وبرك وقنوات دائمة المياه وغيرها وتعيش فيها نباتات مائية غزيرة.

وتشكل النباتات المائية مجتمعات تنتظم في نطاقات متعاقبة حسب عمق المياه، وتبين هذه النطاقات صور تعاقب المجتمعات المائية في مراحلها المختلفة وهي:

ا - النباتات المغمورة

والتي يسود فيها نبات الحوذان المائي *Ranunculus aquatilis* (شكل ٨٠) وتنمو في حواف البرك والأماكن العميقة منها والتي يصل إليها الضوء، وتكون هذه النباتات الزهرية مع النباتات الطحلبية كتلا غزيرة حينما يكتمل نموها وتحدث بالتدريج تغيرات ملحوظة في المكان الذي تعيش فيه حيث تؤدي إلى :



شكل (٨٠) نبات الحوذان المائي *Ranunculus aquatilis* المغمور في الماء.

١ - حجز المواد التي تجرفها المياه والتي ترد إلى البرك والبحيرات الصغيرة وترسبها فيما بينها.

٢ - ترسيب بقايا النباتات في القاع حيث تتحلل جزئيا، لعدم اتمام التأكسد الكامل، وتكوّن مع البقايا الحيوانية الميتة كتلا من الدبال تربط بين جزئيات التربة

الطينيـة وتجعلهـا أكثـر تماسكـا، وينتـج عن ذلـك تقليل عمق الماء وتكوين بيئة جديدة مناسبة لنمو أنواع أخرى من النباتات.

ب ـ النباتات الطافية

وتشكل الطور الثاني من أطوار التعاقب النباتي المائي، ويسود فيها النباتات ذات الأوراق الطافية مثل لسان البحر *Potamogeton nodosus* التي تغطي أوراقها سطح الماء (شكـل ٨١) وتحجب الضـوء عن النبـاتـات المغمورة مما يؤدي إلى اختفائها أو هجرتها إلى أماكن أكثر عمقا لاتستطيع أن تعيش فيها النباتات الطافية.



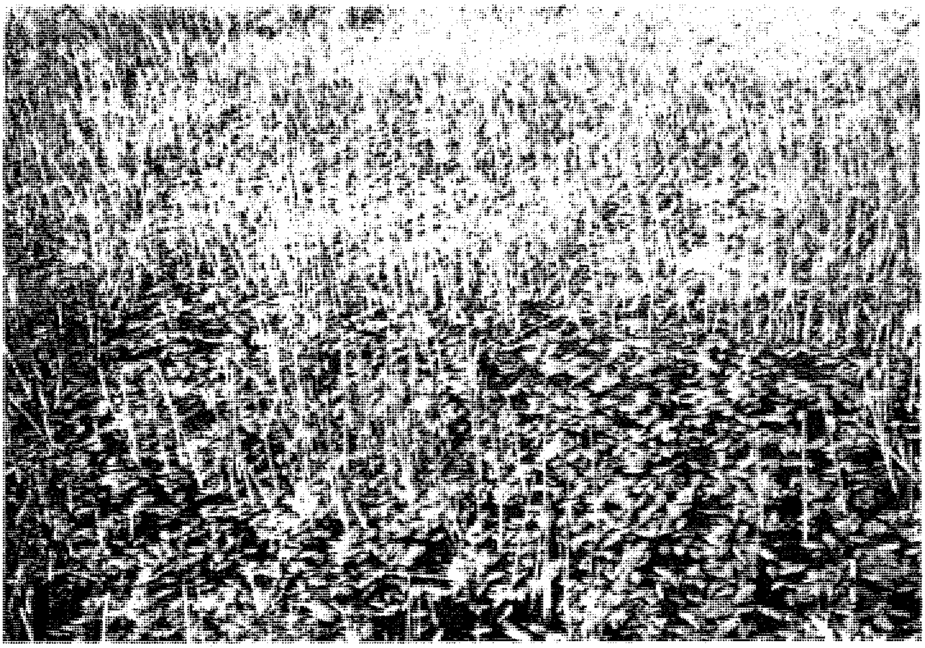
شكل (٨١) نبات لسان البحر *Potamogeton nodosus* وترى أوراقه الطافية.

ويساعد تشابك نباتات لسان البحر على ترسيب كثير مما تحمله المياه من حبيبات التربة، كما تعمل بقاياها المتحللة على بناء تربة جديدة، وبهذا يكوّن الجانب القريب

من الشاطىء من هذا المجتمع النباتي بيئة صالحة لنمو نباتات الطور الثالث من أطوار التعاقب المائي .

جـ ـ النباتات البرمائية Emergents

مثـل السعـد .Cyperus spp والبـوط (الديس) *Typha domingensis* التي تبدأ بغزو المنـاطق التي كانت تشغلهـا النبـاتات الطافية وتتميز هذه النباتات بغزارة نموها وتفرعها وتكاثرها الخضري مما يمكنها من منافسة النباتات الطافية والحلول محلها (شكل ٨٢)، ويساعدها في ذلك نموها السريع وتكاثرها الخضري وقامتها العالية (Grime ١٩٧٣) .



شكل (٨٢) مرحلة النباتات البرمائية من نوع *Eleocharis* والبوط *Typha* وترى بينها النباتات طافية الأوراق.

وتعمـل النبـاتـات الـبرمـائيـة بدورها على تقليل عمق الماء عن طريق تجميعها للمواد الرسوبية التي تحملها المياه وعن طريق التجمع السريع لبقاياها خاصة أن نموها سريع

وكثافتها عالية مما يجعلها تشكل شواطىء البرك والمجاري المائية، وتهيء هذه النباتات بيئة مناسبة لنمو المرحلة الرابعة من مراحل التعاقب والتي يسود فيها نبات السمار *Juncus* (الشكل ٨٣) ويحدث، نتيجة للنمو الغزير لهذه النباتات وتجميعها لحبيبات التربة ونتيجة لترسب بقاياها وشدة التبخر والنتح من هذه النباتات، تشكيل بيئة جديدة غير مناسبة لنمو النباتات المحبة للماء لذا يحل محلها مجتمعات نباتية شجيرية تسود فيها الطرفة *Tamarix nilotica* (شكل ٨٤). ويلي هذا الطور طور الذروة الذي يتمثل بمجتمعات العرعر *Juniperus procera* (شكل ٨٥) والأكاشيا *Acacia*.

وتشاهد مراحل التعاقب المختلفة بكامل مراحلها على شاطىء بعض البرك والمجاري المائية حيث تظهر كل مرحلة على هيئة نطاق.

ومن البيئات المائية ما نجده في مناطق العيون التي تتفجر من باطن الأرض في مناطق الواحات كما في الاحساء والافلاج والخرج، وفي هذه البيئات المائية ينمو غطاء نباتي كثيف ينتظم أيضا في نطاقات حسب عمق الماء، ففي المجاري المائية الدائمة في الخرج مثلا (Yousif and El-Sheikh ١٩٨١) تنتظم النباتات في نطاقات حسب عمق الماء حيث نجد نبات الوطواط *Bacopa monnieri* ذا الأوراق الطافية ثم النباتات البرمائية مثل البوص *Phragmites australis* والبوط *Typha domingensis* والنمص *Scirpus litoralis* وبعدها السمار *Juncus* والحلفا *Imperata cylindrica* في المناطق الأخرى الأكثر جفافاً.

٣ ـ التكوينات الرملية

تمثل التكوينات الرملية جزءا هاما من البيئة الصحراوية في المملكة وتشغل حوالي ثلث مساحة البلاد (Chapman ١٩٧٨).

ويسود في جنوب المملكة صحراء الربع الخالي العاتية (شكل ٥٦) والتي يصفها مجاهد (١٩٨١، غير منشور) بقوله «تكاد تنعدم الحياة النباتية تماما في هذه البحار



شكل (٨٣) نباتات برمائية من نوع السمار (النمص) *Juncus* تحل محل النباتات الطافية.



شكل (٨٤) مرحلة الشجيرات (خلفية الصورة) ممثلة بنبات الشث *Dodonaea* والطرفة *Tamarix*. ويلاحظ في مقدمة الصورة مرحلة النباتات البرمائية (المروج).

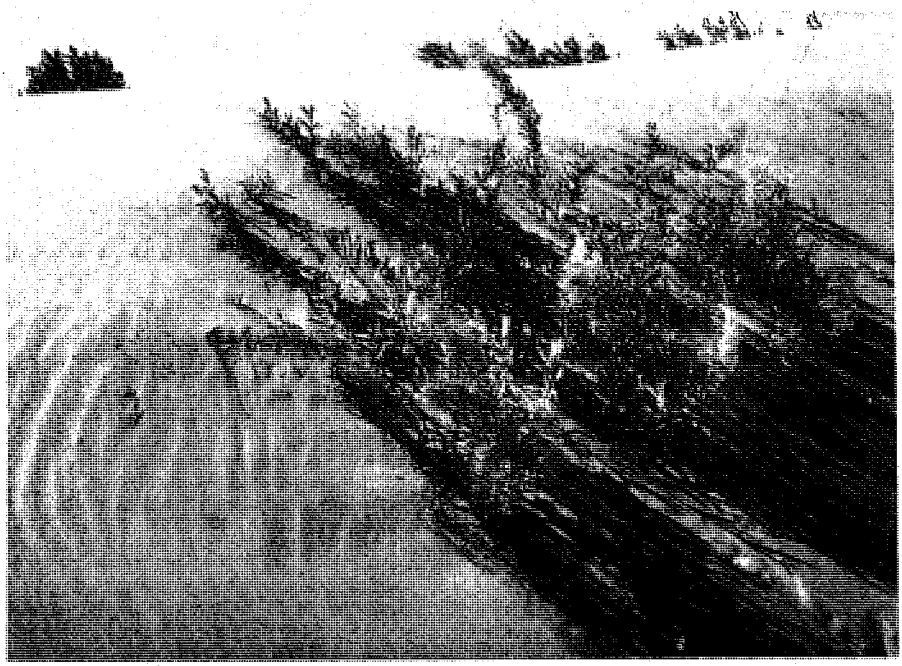


شكل (٨٥) مرحلة الطور الشجري ممثلة بنبات العرعر *Juniperus procera* ويلاحظ في مقدمة الصورة بعض المراحل السابقة.

الرملية الشاسعة، ويقطع المسافر عشرات الكيلومترات دون أن يعثر في طريقه على عود واحد من نبات أخضر، ويرجع سبب ذلك إلى ظروف ارتفاع درجة الحرارة والجفاف واختلال التوازن بين المطر والبخر وإلى طبيعة تربتها الرملية السائبة المتحركة واشتداد الرياح في هذه البيئة المكشوفة من ناحية أخرى، فالرمال في حركة دائمة بتأثير الرياح وتتجمع في غرود متحركة غير مستقرة، ولذلك لاتجد النباتات تربة ثابتة تستقر عليها حتى ولو توفر لها الماء، وهو قلما يتوفر، فضلا عن ضعف قدرة الترب الرملية، والخشنة منها خاصة، على الإمساك بالماء والاحتفاظ به».

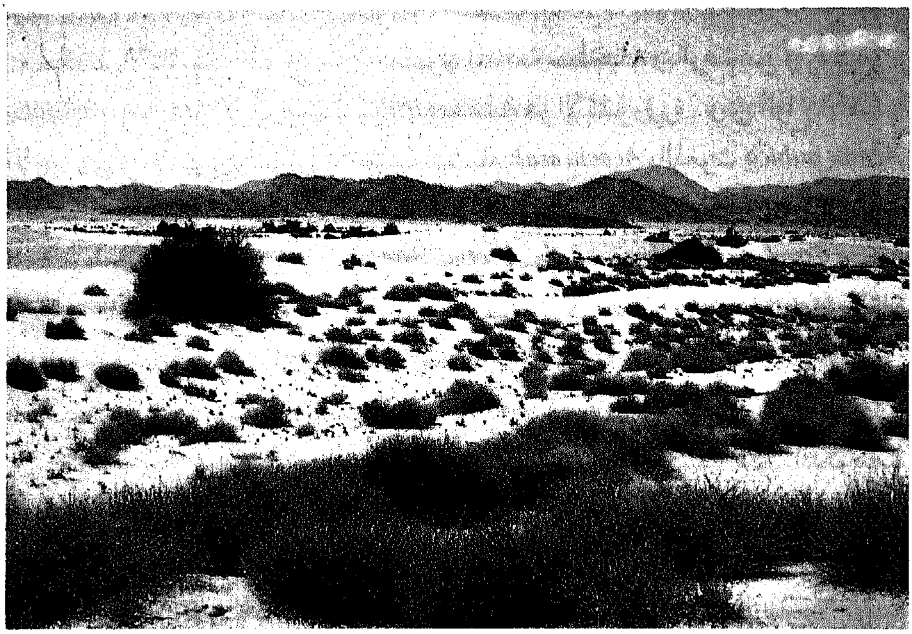
بالإضافة إلى ذلك توجد مساحات رملية أخرى تشمل النفود الكبرى في شمال المملكة وصحراء الدهناء (شكل ٥٦) ومجموع التكوينات الرملية في الجانب الغربي لسلسة جبال طويق وكل هذه التكوينات مكونة من رمال حمراء، كما تمتد على شاطىء الخليج العربي والبحر الأحمر سلاسل متقطعة من كثبان بيضاء غنية بالكالسيوم نشأت من هياكل وأصداف حيوانية (مجاهد ١٩٨١).

بالرغم من أن صحراء النفود أقل جدبا من صحراء الربع الخالي لأن أمطارها أكثر ودرجة حرارتها أقل إلا أنها فقيرة الحياة النباتية، ونظرا لطبيعة الرمال المتحركة وانخفاض سعتها الحقلية والرياح العاصفة وتعرض النباتات للطمر بالرمال التي تنقلها الرياح (مجاهد ١٩٨١) فإن الغطاء النباتي مفتوح قليل الكثافة وقوامه نباتات عشبية (يندر وجود الأشجار بينها) تكيفت للمعيشة في هذه البيئة، وتستطيع أن تنمو بمعدلات سريعة تسمح بظهور جهازها الخضري فوق الرمال التي تتكدس فوقها (شكل ٨٦)، كما تعتمد هذه النباتات وإلى حد كبير على الندى الذي يتكاثف ليلا، على التربة والنباتات، في الحصول على بعض من احتياجاتها المائية، كما أن لمعظم هذه النباتات، وخاصة النجيليات، جذوراً عرضية ليفية قليلة العمق وتشكل الرمال غمداً حول الجذور، أما النباتات كبيرة الحجم فجذورها متفرعة وتمتد في العمق وفي الجوانب إلى مسافة عدة أمتار. وأكثر ما توجد نباتات النفود في المنخفضات بين الكثبان الرملية حيث التربة أكثر ثباتا وحيث يقل التعرض للرياح ولعوامل التبخر الجوية (مجاهد ١٩٨١).



شكل (٨٦) نبات العادر *Artemisia abyssinica* على الكثبان الرملية في الدهناء (لاحظ انبثاق المجموع الخضري من خلال الرمال).

ومن أهم النبـاتـات التي تعيش في بيئـة التكـوينـات الـرمليـة: الثـمام *Panicum turgidum* والعنـــدب *Cyperus conglomeratus* والعــادر *Artemisia abyssinica* والمـرخ *Leptadenia pyrotechnica* والصفـــوى *Dipterygium glaucum* (شكــل ٨٧) والغضـا *Haloxylon persicum* والأرطى *Calligonum comosum* والرمث *Hammada elegans*، . وتعتبر هذه الأنواع ذات أهمية خاصة في هذه البيئة ذلك لأنها تستطيع أن تحجز الرمال المتحركة وتحد من حركتها.



شكل (٨٧) نبـات المـرخ *Leptadenia pyrotechnica* والثـمام *Panicum turgidum* والصفـوى *Dipterygium glaucum* على الكثبان الرملية على طريق مكة ـ جدة.

أمـا الـرمـال البيضـاء التي تمتـد على شاطىء الخليـج العربي فتعيش فيها نباتات تشـابـه النبـاتات التي تنمو في النفود الداخلية ذات الترب الحمراء ولا تكاد تختلف عنها إلا في أنهـا أكثـر تحمـلا للملوحـة وتكيفـا للحياة في الترب الملحية الجيرية ومن أمثلتها نذكـر: الـرطـريـط (البطباط) *Zygophyllum coccineum* والرمث *Hammada elegans* والعنـدب *Cyperus conglomeratus* (مجاهد والشيخ Migahid and El-Sheikh ١٩٧٧).

٤ ـ بيئة السهول الساحلية

تمثل السهول الساحلية التي تمتد بين جبال السروات وشاطىء البحر الأحمر (تهامة) وحدة بيئية متميزة تنمو فيها وحدات نباتية واضحة، خاصة في المناطق التي لم يمسها التخريب، وقد وصف Vesey-Fitz Gerald (١٩٥٥) الوحدات النباتية التالية تبعا للبيئات المختلفة:

أ ـ الأكاشيا ـ السرح على السهول المتآكلة سطحيا، وبالرغم من وفرة السرح *Maerua crassifolia* إلا أن السمر *Acacia tortilis* هو الأكثر وفرة. ومن أنواع الأكاشيا الأخرى التي تنمو في هذه البيئة نذكر البشام *Acacia asak* واللعوث *Acacia nubica* والسلم *Acacia ehrenbergiana* كما نجد أشجار التنضب *Capparis decidua* والنباتات العشبية مثل الشبرق *Indigofera spinosa* والسطيح *Corchorus depressus*، ومن النباتات الحولية التي تظهر في فصل الأمطار نذكر *Aristida funiculata* والقفة *A.adscensionis*.

ب ـ سافانا قوامها أساسا حشائش معمرة مثل الثمام والضعة على التكوينات الرملية.

جـ ـ وحدات الأكاشيا ـ الكوميفورا والحشائش على الترب الرسوبية، وتمثل نباتات السمر وأنواع الكوميفورا مثل *Commiphora myrrha* و *C. simplicifolia* و *C. opobalsamum*. النباتات المميزة لهذه الوحدات ولكن السمر هو الأكثر وفرة. ومن النباتات الأخرى دائمة الخضرة الموجودة في هذه الوحدات أنواع *Cadaba longifolia* و *C. glandulosa* والسرح *Maerua crassifolia*، أما أهم الحشائش فهي الثمام *Panicum turgidum* والضعة *Lasiurus hirsutus*.

ويكون الغطاء النباتي في الأخاديد التي تتكون بفعل الأمطار أكثر كثافة، ويحوي السدر *Ziziphus spina-christi* والقضيم *Grewia tenax* وأنواع الغرقدان *Abutilon*

pannosum و*A. graveolens* ونباتي الثمام والضعة.

وفي الأودية الكبيرة التي تتكون نتيجة الأمطار الغزيرة، التي تهطل في الجبال المرتفعة، يكون الغطاء النباتي أكثر كثافة منه في البيئات السابقة، ويتكون طابق الأشجار مثل الدوم *Hyphaene thebaica* والسدر والطلح *Acacia seyal* والقضيم *Grewia tenax* و*Delonix elata* والمرخ *Leptadenia pyrotechnica* والخروع *Ricinus communis* والسلم *Acacia ehrenbergiana*. أما طابق الأعشاب المعمرة فيضم الثمام والضعة والصخبر *Desmostachya bipinnata* والشبرق *Indigofera spinosa* والطرف *Aerva javanica*، وفي الطابق الثالث نجد الأعشاب الحولية التي تظهر في موسم الأمطار.

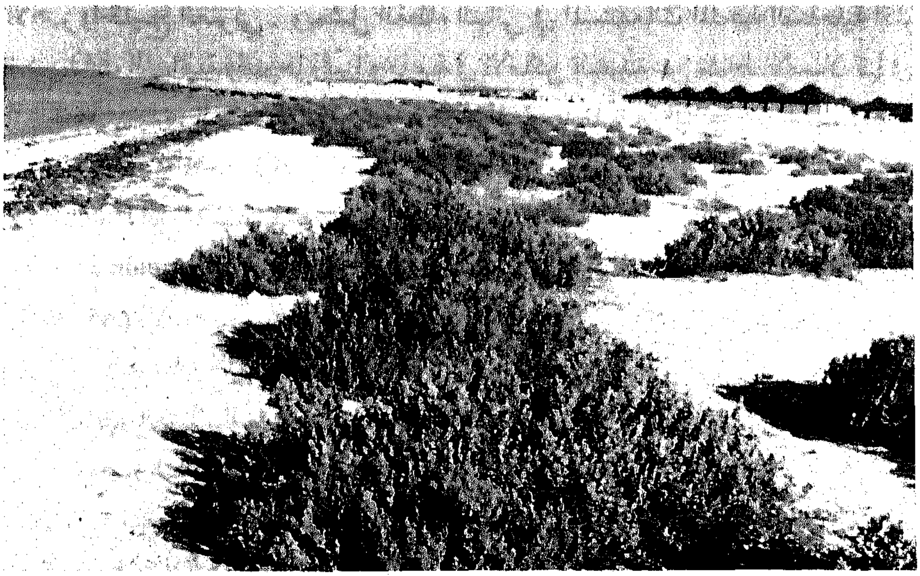
٥ ـ بيئة السبخات الملحية الساحلية

توجد الكثير من العشائر النباتية التي تميز الترب الملحية على شواطىء البحر الأحمر والخليج العربي. ويمثل الغطاء النباتي في المستنقعات الملحية الساحلية أكثر الوحدات النباتية وضوحا وتميّزا وخاصة في الأماكن البعيدة عن نشاط الإنسان كما في المجوة على خليج العقبة وساحل رابغ. ونظرا للملوحة المرتفعة الناتجة عن عملية المد أو عن المياه الجوفية المالحة المرتفعة فإن التربة مرتفعة الملوحة عارية إلا من النباتات الملحية Halophytes التي تتميز بضغطها الأزموزي المرتفع ومن أمثلتها نبات الخُرِّيص *Arthrocnemon glaucum* (شكل ٨٨) ونبات الهرم (البلبل) *Zygophyllum album* (شكل ٨٩).

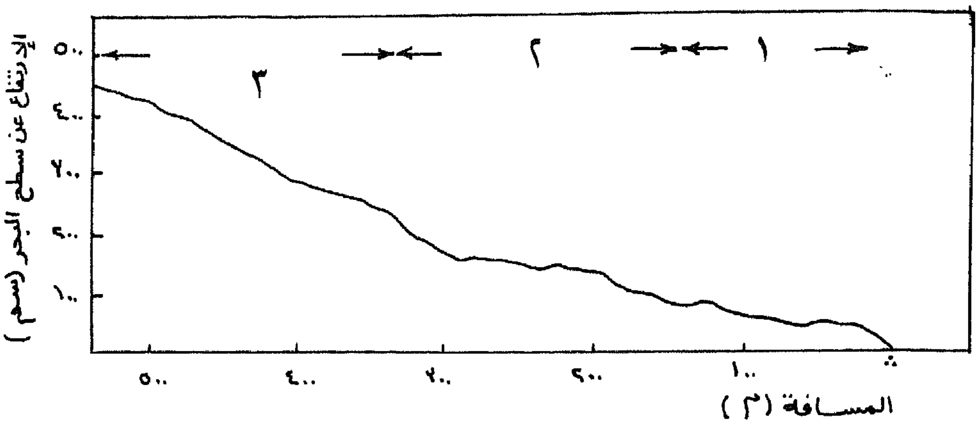
وتنتظم العشائر النباتية المختلفة في نطاقات محددة متتالية كما في شاطىء رابغ وينبع والمجوة وغيرها. ففي مستنقع رابغ الساحلي تنتظم العشائر النباتية في نطاقات موازية للشاطىء نتيجة لعوامل عدة: ارتفاع سطح الأرض، والابتعاد عن الساحل، وعمق المياه الجوفية المالحة، والتدرج في ملوحة التربة، وقوام التربة (Mahmoud *et. al.* ١٩٨٢) وهذه النطاقات هي التالية (شكل ٩٠):



شكل (٨٨) نبات الخُرَّيص *Arthrocnemon glaucum* في ملاحة (سبخة) على شاطىء المجوه عند رأس الشيخ حميد على خليج العقبة.



شكل (٨٩) نمو نبات البلبل (الهرْم) *Zygophyllum album* في شاطىء ينبع.



شكل (٩٠) قطاع عبر ملاحة (سبخة) في شاطىء رابغ يوضح توزع العشائر النباتية المختلفة تبعاً لارتفاع الأرض والبعد عن شاطىء البحر.
١ - منطقة عشيرة نبات المليح *Halopeplis*.
٢ - منطقة عشيرة نبات العكرش *Aeluropus*.
٣ - منطقة عشيرة نبات الهرم *Zygophyllum*.

ا - نطاق عشيرة المليح *Halopeplis perfoliata*

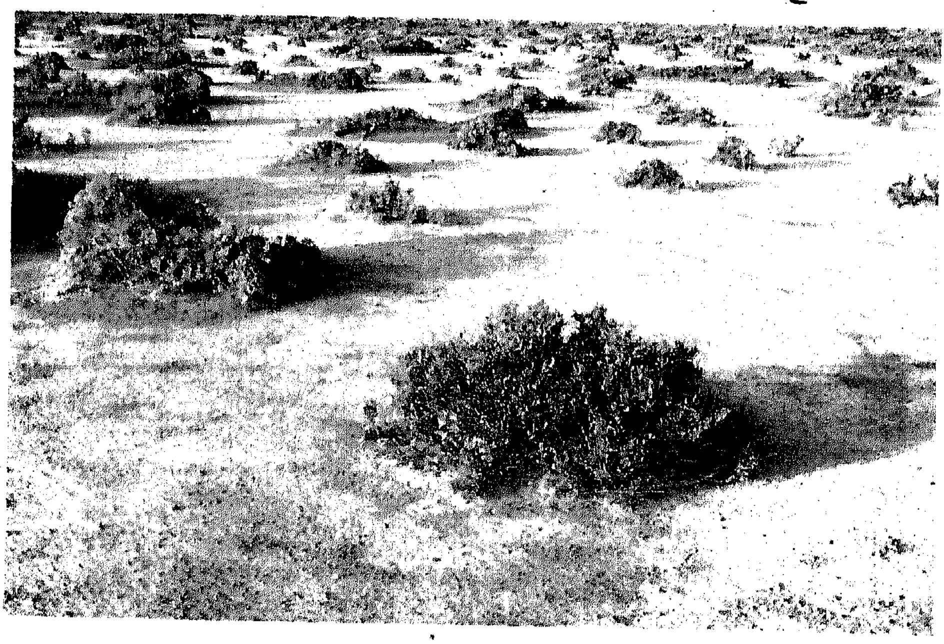
يحتل المنطقة القريبة من الماء والتي يتراوح ارتفاعها عن سطح البحر بين ٤٠ و٦٠سم (شكل ٩١)، ولايصلها ماء المد، ولكن قرب المياه الجوفية من سطح الأرض (بين ٤٠ و٥٠سم) يجعل تربتها الرملية الخشنة رطبة دوما ولكنها غير مشبعة. ونظرا لارتفاع مستوى المياه الجوفية المالحة ودرجة التبخر العالية فإن التربة، وخاصة طبقاتها العلوية، ذات تراكيز مرتفعة من الأملاح.

ب - نطاق عشيرة العكرش *Aeluropus massauensis* (شكل ٩٢)

وينمو في منطقة المسطحات الطينية والتي ترتفع فوق سطح البحر بـ ٧٠ - ١٦٥سم، وعمق المياه الجوفية المالحة فيها ٧٠ - ٩٠سم، وتحتوي تربها على نسبة



شكل (٩١) عشيرة المليح *Halopeplis perfoliata* في شريط محاذ لماء البحر في ملاحة (سبخة) في شاطىء رابغ.

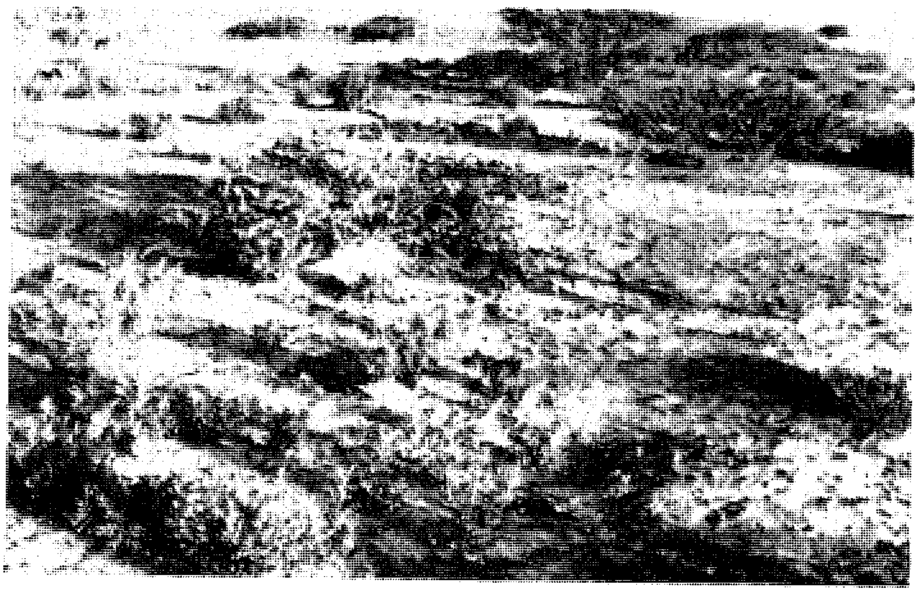


شكل (٩٢) عشيرة العكرش *Aeluropus massauensis* في المسطحات الطينية في ملاحة (سبخة) شاطىء رابغ.

مرتفعة من الطين والطمي ، والجزء العلوي من التربة مرتفع الملوحة .

جـ ـ نطاق عشيرة الرطريط (الهرم) *Zygophyllum coccineum* (شكل ٩٣)

يحتل المنطقة التي يبلغ ارتفاعها بين ١٦٠ و٤٥٠سم فوق سطح البحر. والمياه الجوفية في هذه المنطقة عميقة أكثر من ٣ أمتار، والتربة رملية ويشكل الرمل الخشن والناعم حوالي ٩٥٪ منها، كما أن التربة جافة بالمقارنة مع المنطقتين السابقتين وكذلك ملوحتها قليلة وذلك بسبب عمق المياه الجوفية من ناحية وغسل الطبقات العلوية من التربة بمياه الأمطار والسيول من ناحية ثانية ، لذا فإن الغطاء النباتي في هذه المنطقة أكثر ثراء من سابقيه ويكثر فيه عدد الأنواع ونلاحظ التطبق بشكل جلي حيث تشكل



شكل (٩٣) عشيرة الرطريط *Zygophyllum coccineum* في ملاحة (سبخة) شاطىء رابغ .

أشجار السمر *Acacia ehrenbergiana* والسلم نباتات الطابق الأول وشجيرات العوسج *Lycium shawii* الطابق الشجيري وأما الطابق العشبي فيوجد فيه إلى جانب الرطريط

السائد نباتات معمرة مثل الثمام والسنمكه *Cassia senna* والعشرق *C. italica* والبطباط *Zygophyllum decumbens* والـدفـر *Sporobolus spicatus* وغيرها، كما نجد طابقا من الأعشـاب الحـوليـة الـذي يظهـر في الفصل الماطر من السنة، ومن أهم هذه الأعشاب (شكل ٩٤) القرمل *Zygophyllum simplex* والضريسة *Tribulus terrestris* وغيرها.



شكل (٩٤) النبـاتـات الحـوليـة (القـرمل *Zygophyllum simplex* والضريسة *Tribulus terrestris*) المشكلة للطابق السفلي في عشيرة الرطريط في مستنقع قرب شاطىء رابغ.

٦ ـ بيئة السبخات الملحية الداخلية

يوجد هذا النوع من البيئات في المنخفضات التي تصب فيها مياه الأودية المنحدرة من المناطق المرتفعة. وبعد تبخر الماء تبقى الأملاح التي كانت ذائبة فيها مما يجعل التربة غنيـة بالأمـلاح، كما يوجـد في المناطق المنخفضة ذات المياه الجوفية القريبة إلى السطح ومن ثم تتميز تربتها بتراكيز عالية من الأملاح الذائبة في الماء. وتعيش في هذه البيئات نبـاتـات ملحيـة من أنـواع السـويدا *Suaeda pruinosa* (شكل ٦٦) والحمض *Salsola baryosma* والرمث *Hammada elegans* والشنان *Seidlitzia rosmarinus* وغيرها. ونظرا

لأن النباتات الملحية تختلف في درجة تحملها للملوحة، فإنها تنتظم في نطاقات متدرجة حسب ملوحة التربة والتي تزداد تدريجيا مع تدرج انخفاض سطح الأرض في مثل هذه البيئات (شكل ٩٥)، هذا وقد تبلغ ملوحة التربة، في بعض الأحيان، حدا لاتستطيع أي من النباتات الزهرية أن تنمو فيه لذا تبقى هذه التربة خالية من النباتات.



شكل (٩٥) نمو نبات الشنان *Seidlitzia rosmarinus* في ملاحة (سبخة) داخلية في منطقة القصيم. (لاحظ المناطق الخالية من النباتات نتيجة الملوحة المفرطة).

٧ ـ بيئة غابات المانغروف (مقابر الإنسان)
Mangrove Forests

تمثل غابات مقابر الإنسان عنصرا هاما من عناصر الغطاء النباتي في سواحل البحر الأحمر والخليج العربي ويرتبط نموها ارتباطا وثيقا بجيومورفولوجية الساحل وبالمناخ، إذ تنمو على سواحل البحر المحمية من الأمواج والتي تترسب فيها الترب الناعمة. ولاتنمو غابات مقابر الإنسان إلا في المناطق الساحلية المحمية من الأمواج بفضل الجيد البحري المرجاني أو الجزر التي تعمل على تكسير الأمواج والحد من قوتها الجارفة

للتربة، وفي البيئات الساحلية التي تغطيها المياه إما بصفة دائمة أو في أوقات المد (Walter ١٩٧١). توجد مثل هذه الظروف في المملكة في شواطىء البحر الأحمر والخليج العربي والتي تتميز بوجود الجيد المرجاني البحري الذي يساعد على حمايتها من حدة الأمواج (Hajrah ١٩٧٨).

وتتميز الترب التي تنمو عليها نباتات مقابر الإنسان بأنها مكونة من حبيبات دقيقة في معظمها تزيد نسبة الطمي والطين فيها عن ٩٠٪ ولونها أسود داكن، سائبة التركيب وغنية بالمواد العضوية وبقايا النباتات المتحللة ورائحتها كريهة ويصعب على الانسان أن يسير فوقها للزوجتها (Hajrah ١٩٧٨).

وبالرغم من أن العوامل الجيومورفولوجية وعوامل التربة هي عوامل أساسية في نمو نباتات مقابر الإنسان في سواحل المملكة إلا أن العوامل المناخية وخاصة درجة الحرارة والماء تعتبر العامل الرئيسي في توزع هذه النباتات، ذلك أن نباتات مقابر الإنسان لاتتحمل الصقيع (Walter ١٩٧١، Vesey-Fitz Gerald ١٩٥٥). ولقد أوضح المسح الجوي الذي أجراه Hajrah (١٩٧٨) أن غابات مقابر الإنسان تشغل مساحات هائلة على ساحل مدينة حنك وحول الجزر القريبة منها بين خطي العرض ٢٥ و٢٦ شمالا، كما بين زوهاري (Zohary ١٩٧٣) أن نبات الشورة ينمو في الجزء الجنوبي من خليج العقبة وذلك حتى قرب خط عرض ٢٨، هذا ويتركز وجود نباتات مقابر الإنسان في المملكة في منطقتي حنك وجيزان، أما بقية المناطق بين هاتين المنطقتين فتوجد على هيئة مجموعات صغيرة على الشاطىء أو حول الجزر أو على صورة نباتات متباعدة. هذا وتضم غابات مقابر الإنسان في ساحل البحر الأحمر نبات الشورة (Hajrah ١٩٧٨) إلا أن هناك بعض المصادر (Migahid ١٩٧٨، Zahran ١٩٧٦) تشير إلى وجود نبات المص *Rhizophora mucronata* كنبات مرافق.

نظرا لنمو نبات الشورة *Avicennia marina* في المناطق الساحلية ذات الترب الطينية المشبعة بالماء والغنية بالمواد العضوية المتحللة فإنها تواجه مشكلة سوء التهوية، ولهذه النباتات جذور تنفسية تنمو إلى أعلى وتظهر فوق سطح الماء وتتميز هذه الجذور

باحتواء أنسجتها الداخلية على فراغات واسعة تختزن فيها الأكسجين، كما تنتشر على سطحها ثقوب هوائية تعمل على التبادل الغازي مع الوسط الخارجي (شكل ٩٦).



شكل (٩٦) نباتات الشَّوْرة على الخليج العربي وترى جذورها التنفسية.

وتتميز نباتات مقابر الإنسان بتوازن مائي منتظم فالأوراق عصارية ومزودة بأنسجة مختزنة للماء (Walter ١٩٧١). كما وأن معدلات النتح منخفضة جدا (Walter and Steiner ١٩٣٦)، ولكن بالرغم من ذلك يحدث تراكم للأملاح في الأوراق نظرا لامتصاص الجذور لمياه البحر. وتخرج الأملاح الزائدة خارج جسم النبات عن طريق الغدد الملحية.

٨ ـ بيئة الصحاري الحصبائية (المدرية)
Gravel Deserts

يؤدي تأثير عوامل التعرية من رياح وماء في بعض مواضع السهول الصحراوية

المكشوفة إلى جرف طبقة التربة الناعمة ويبقى بعد ذلك أديم صلد غير منفذ من حصباء (مدر وحجارة صغيرة) مختلفة الألوان، وتعمل مواد التربة الغروية الموجودة بينها على إحكام تماسكها، وتعرف مثل هذه المواقع بالصحراء الحصبائية أو المدرية.

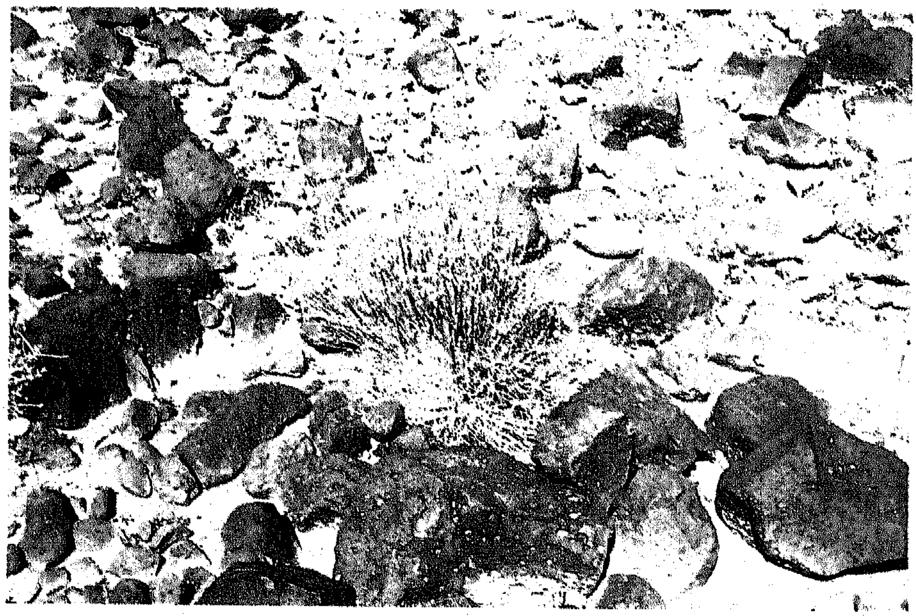
وتكون الصحاري الحصبائية مجدبة كليا أو جزئيا وذلك حسب درجة تماسك الحصى ونسبته فيها، كما أن النباتات إذا وجدت فهي متباعدة ولاتنجح في النمو إلا بعض الأنواع صغيرة الحجم سطحية الجذور مثل شوك الضب *Blepharis ciliaris* وكف مريم *Anastatica hierochuntica*، وقد تجمع النباتات المعمرة المتناثرة حولها ما تحمله الرياح من تربة ناعمة ورمال وتشكل بيئة صالحة لنمو بعض النباتات المعمرة والحولية والتي تظهر، في فصل الأمطار، على شكل جزر خضراء وسط مساحات واسعة خالية من النباتات (شكل ٩٧). وفي بعض أجزاء الصحراء الحصبائية يكثر تجمع الحصى على سطح الأرض مكونا طبقة متماسكة لاتنفذ خلالها مياه الأمطار أو جذور النباتات وتعرف هذه المواقع بدرع الصحراء Desert armour وتكون هذه المواقع مجدبة تماما، ولكن قد يحدث أحيانا أن تجمع الرياح تربة قليلة العمق في المناطق المنخفضة من هذه المواقع فينمو فيها بعض النباتات الحولية.



شكل (٩٧) نمو نبات الكلخ في صورة جزر خضراء وسط المسطحات الحصبائية العارية من النباتات.

٩ ـ بيئة صحراء الحماد Hammada Desert

تختلف صحراء الحماد عن الصحراء الحصبائية في أن الصخور ذات الأحجام الكبيرة في الحماد التي تغطي سطح الأرض تجمع فيما بينها التراب الذي تحمله الرياح أو الماء أو كلاهما وتشكل بذلك وسطا صالحا لنمو النباتات المعمرة (شكل ٩٨).



شكل (٩٨) نبات الإذخر *Cymbopogon schöenanthus* في صحراء الحماد قرب المدينة المنورة.

١٠ ـ بيئة السهول الصحراوية Desert Plains

يصف مجاهد (١٩٨١) هذه البيئة بأنها «مساحات شاسعة من أرض مستوية تقريبا ومكشوفة، وهي فقيرة نسبيا في غطائها النباتي لأنه ليس لها من مورد مائي سوى مياه الأمطار التي تتوزع فيها بغير انتظام، وعوامل النتح والتبخر في هذه البيئة شديدة لأنها مكشوفة والرياح فيها شديدة وسريعة، ومن تأثيرات الرياح أنها تعمل على تجميع الرمال حول النباتات منذ حداثتها مكونة أكواما أو كثيبات تظل تنمو وترتفع كلما زاد

حجم النبات حتى تصل إلى ارتفاعات كبيرة في بعض الأحيان، وقد تتصل عدة كثبان متجاورة ويؤدي هذا إلى ارتفاع مستوى الأرض. ولكثير من نباتات السهول القدرة على تحمل تكدس الرمال حولها وفوقها عن طريق نموها السريع وتشكيل جذور في مستويات متعاقبة تزداد ارتفاعا كلما زاد تكدس الرمل». ومن أهم نباتات السهول التي تنمو فوق الكثيبات، نبات الحرمل *Rhazya stricta* وبعض النجيليات مثل الثمام *Panicum turgidum* والضعة *Lasiurus hirsutus* والهدة (الأثموم) *Pennisetum divisum* والإذخر *Cymbopogon schöenanthus*، وجميع هذه النجيليات تجف في فصل الصيف وتفقد جميع أجزائها الخضراء النامية، ثم تستأنف نشاطها في فصل الأمطار التالي وتكون فروعا خضراء من براعم كامنة، وبهذه الطريقة تقاوم الجفاف الشديد الذي تتعرض له في بيئتها الطبيعية. ومن أهم النباتات المعمرة في بيئة السهول الصحراوية: الجثجاث *Francoeuria crispa* والعرفج *Rhanterium eppaposum* والجربة *Farsetia aegyptia* والقتاد *Astragalus spinosus* والعشر *Calotropis procera* والقرضي *Ochradenus baccatus* أما النباتات الحولية فلا تظهر في كل الأعوام بل يتوقف ظهورها وكثافتها وعدد أنواعها على سقوط المطر وكمياته ومواعيده.

١١ ـ بيئة الهضاب الصحراوية

تعتبر هذه البيئة غير ملائمة لنمو النباتات نظرا لصلابة سطحها وعدم قدرة الجذور على اختراقه، بالإضافة إلى انسياب الماء عنها وتعرضها للرياح الشديدة التي تزيد كثيرا من شدة التبخر والنتح. الغطاء النباتي قليل الكثافة ويقتصر على شقوق الصخور حيث تتجمع الرواسب والتربة الناعمة وتحتجز مياه الأمطار وكذلك في الشعاب التي شكلتها مياه السيول. من النباتات التي تميز هذه البيئة نذكر: الشفلح *Capparis cartilaginea* والنقد *Anvillea garcini* والطرف *Aerva javanica* وشوك الجمل *Echinops spinosissimus* وغيرها.

١٢ ـ بيئة المنطقة الجبلية

تمثل سلسلة جبال السروات وحدة بيئية متميزة، ذلك أنها ترتفع حتى ٣٧٠٠م

فوق سطح البحر بالقرب من مدينة أبها ويتناقص الارتفاع تدريجيا كلما اتجهنا نحو الشمال (انظر فصل التضاريس). يقترن ارتفاع هذه المناطق بزيادة كمية الأمطار السنوية (٥٠٠ - ٦٠٠مم في النماص وبلجرشي) وزيادة طول الفترة المطيرة، وارتفاع الرطوبة النسبية وانخفاض درجة الحرارة. تساعد كل هذه العوامل المناخية على تشكيل غطاء نباتي شجري كثيف لامثيل له في المناطق الأخرى من المملكة. (انظر فصل فلورة المملكة). ويسود في قمم الجبال، خاصة في المناطق التي لم تصلها يد الإنسان بالتدمير، أشجار العرعر *Juniperus procera* التي تشكل غابات كثيفة (شكل ٩٩) أما في المناطق التي تدخل فيها الإنسان فنجد أن غابات العرعر أقل كثافة وأشجارها ليست باسقة. وتغطي الأشنات Lichens بسبب توفر الرطوبة المرتفعة،



شكل (٩٩) غابة من العرعر *Juniperus procera* و *J. polycarpos* في منطقة السودة (جبال عسير).

نباتات العرعر وتتدلى من الفروع وخاصة أشنة *Usnea articulata* (شكل ١٠٠)، كما وتغطي الأشنات أسطح الصخور، ومن أهم النباتات الموجودة مع أشجار العرعر الشث *Dodonaea viscosa* والذفيره *Lavandula dentata* والجبر *Psiadia arabica* والطباق



شكل (١٠٠) أشنة *Usnea articulata* من النباتات العالقة التي تعيش على أشجار العرعر في مرتفعات عسير.

Euryops arabicus وغيرها. وفي المناطق الأقل ارتفاعا نجد أشجار العتم (الزيتون البري) *Olea chrysophylla*، وتكسو المناطق المنخفضة وخاصة التي تتعرض للقليل من الأمطار نباتات جفافية من الأكاشيا *Acacia* ونباتات معمرة مثل الصخبر *Hyparrhenia hirta* واللصق *Themeda triandra* والجثجاث *Francoeuria crispa* والعرفج *Rhanterium eppaposum* وذعلوق البعير *Scorzonera intricata* وغيرها.

وتتشكل في المرتفعات الجنوبية ، نتيجة للأمطار الغزيرة ، بيئات مائية في شكل برك وبحيرات وسيول دائمة تعيش فيها نباتات مائية .

أمـا في الجـزء الشـمالي من جبـال السـروات والذي يتراوح ارتفاعه ما بين ١٠٠٠ و١٥٠٠م فوق سطـح البحـر، حيث يقل طول الموسم الماطر وتقل كمية الأمطار وترتفع درجـة الحـرارة، فيسـود في هذه الجبـال أشجـار قصـيرة من أنواع الاكاشيا مثل البشام *Acacia asak* والعـراد *A. etbaica* والسنـط *A. mellifera*. أمـا في الأجزاء السفلى فيسود السمر *A. tortilis* والسلم *A. ehrenbergiana*. وفي الأودية التي تتجمع فيها مياه السيول تزداد كثافة الغطاء النباتي بالمقارنة مع المنحدرات الجبلية المجاورة .

وبالله التوفيق .

المراجع

Alechin, V.V. (1961) *Plant Geography.* Second ed., Moscow.

Barton, L.V. (1944) Some seeds showing special dormancy. *Contrib. Boyce Thompson* Inst. **13.**

Batanouny, K.H., Lendzian, K. and **Zeigler, H.** (1972) Oekophysiologishe Untersuchungen an Wustenpflanzen, VI. Hemnstoffe fur Keimung and Washstum in den *Rruchten von Zilla spinosa Prantl, Oecologia* **9**, 12.

Bell, D.T.and **Muller, C.H.** (1973) Dominance of California annual grassland by *Brassica nigra. American Midland Naturalist.* **90.**

Bilham, E.G. (1933) Variation in the climate of York. *Quart. J. Roy Meteor. Soc.* **59.**

Black, J.M. (1958) Competition between plants of different initial seed sizes in swards of subterranean clover (*Trifolium subterraneum* L.) with particular reference to leaf area and the light microclimate. *Aust. J. aqric. Res.* **9.**

Balck, J.M. (1960) The significance of petiole length, leaf area and light interception in competition between strains of subterranean clover (*Trifolium subterraneum* L.) grown in swards, *Aust. J. agric. Res.* **11.**

Blatter, E. (1919-1936) Flora arabica. *Rec. Bot. Surv. India,* No. 8.

Braun-Blanquet, J. (1937) Sur L'origine des éléments de la flore méditerraneene. *Stat. Inst. Geobt. Medit. Alpine, Montpellier* **56.**

Brutt, B.L. and **Lewis, P.** (1949-1959) On the flora of Kuwait. *Kew Bull.* **4.**

Chapman, R.W. (1978) Geomorphology. In *Quaternary Period in Saudi Arabia* **(S.S. Al-Sayari and J.G. Zotl. Eds.)** Springer-Verlag Wien, New York.

Clarke, G.L. (1954) *Elements of Ecology.* John Wiley and Sons Inc., New York.

Darwin, C. (1873) *The Origin of Species by Means of Natural Selection. 6th* ed., London.

Daubenmire, R.F. (1974) *Plants and Environment, A Text Book of Plant Autecology.* John Wiley and Sons Inc. New York.

Davis, R.F. (1928) The toxic principle of *Juglans nigra* as identified with synthetic juglone and its toxic effects on tomato and alfalfa plants, *Am. J. Bot.* **5.**

DeCandolle, M.A.P. (1832) *Physiologie Vegetale.* Vol. **III.** Bechet Jeune. Lif. Fac. Med. Paris.

——————— (1855) *Geographie Botanique Rarisonnee.* I + II Paris-Geneve.

Denna, D.W. (1970) Leaf wax and transpiration in *Brassica oleracea. J. Am. Soc. hort. Sci.* **95.**

Diels, L. (1958) *Pflanzengeographie,* Berlin.

Donald, C.M. (1958) The interaction of competition for light and for nutrients. *Aust. J. agric. Res.* **9.**

Eig, A. (1932) Les éléments et les groupes photogeographiques auxilcaires dans la flore palestinienne. *2pts. Feddes Report. Beih.* **63.**

El-Amin, H.M. (1976) Geographical distribution of the Sudan Acacias. *Sudan Forestry Administration Bulletin for Research Institute* **2.**

El-Naggar, M.R.K. (1963) *Autecology of Rhazya stricta Decne.* M.Sc. Thesis, University of Ain-Shams, Egypt.

Ellenberg, H. (1963) *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen,* Eugen Ulmer, Stuttgart.

Engler, A. (1879-1882) *Versuch einer entwicklungsgeshichte der Pflanzewelt insbesonder der Florengebiete, Seit der Tertiary periode,* I-II. Leipzig-Engelmann.

Evenari, M., Schana, L., Tadmor, M. and **Aharoni, Y.** (1961) Ancient Agriculture in the Negev. *Science* **133.**

Ferri, M.G. (1955) Contribuicas ao conhecimento da Ecologia do Cerrado e da Caatings. *Bol. Fac. Fil. Cien. Letras. Univ. Sao Paulo. Bot.* **12.**

Funke, G.L. (1943) The influence of *Artemisia absinthium* on neighbouring plants. *Blumea.* **5.**

Garner, W.W. and **Allard, H.A.** (1920) Effect of the relative length of day and night and other factors of the environment on growth and reproduction in plants. *J. agric. Res.* **18.**

Good, R. (1953) *The Geography of Flowring Plants. 2nd* ed. London.

——— (1954)The Bahrain Island and their desert flora. *Biology of desert. Proc. Symp.,* London.

Greig-Smith, P. (1948) Biological flora of the British Isles. *Urtica* L., *J. Ecol.* **36.**

Grime, J.P. (1963) An ecological investigation at a junction between two plant communities in Coombsdale on Derbyshire Limestone, *J. Ecol.* **51.**

——— (1973) Control of species density in herbaceous vegetation. *J. environ. Manag.* **1.**

Grisebach, A. (1972) Die vegetation der Erde nachihrer Klinatischen Anordnung. *Bb. I. and II. Leipz.* **9.**

Hajrah, H.H. (1978) Field study on the ecology of *Avicennia marina* along the Red Sea Coast, Saudi Arabia. *Proc. Saudi Biol. Soc.* **2** (2nd Conf. Jeddah).

Harper, J.L. (1965) Establishment, aggression and cohabilitation in weedy species. *Genetics of Colonizing Species* (*Eds. H.G. Bller and G.L. Stebbins*) Academic Press, New York.

——— and **Glatworthy, J.N.** (1963) The Comparative biology of closely related species. VI. Analysis of the growth of *Trifolium repens* and *T. fragiferum* in pure and mixed populations. *J. Exper. Bot.* **14.**

——— and **Obeid, M.** (1967) Influence of seed size and depth of sowing on the establishment and growth of varieties of fiber and oil-seed flax. *Crop Sci.* **7.**

Hodgson, J.G. (1972) *A comparative study of seedling root growth with respect to aluminium and iron supply.* Ph. D. Thesis, University of Sheffield.

Hooke, J.D. (1853) *Botany of Antarctic, Flora Novaezelandiae,* Vol. **II**, Part I. London.

Humboldt, A.V. (1817) *De Distributione Geographica Plantarum.* Paris.

Keller (1929) *Plants and Their Relationship with Salt Soil.* Work of Kellers Plant station, Moscow.

Kerner, Von Marilaun and **Oilver, F.W.** (1895) *The Natural History of Plants.* Vol. **II**.London.

Khanbekov, I.I. (1981) *Forest and Environment.* Moscow.

Larcher, W. (1976) *Okologie Der pflanzen.* Stuttgart.

Laurent, L. (1912) Flore fossile de shistes de menat. *Ann. du Mus. Hist. Nature. Marseille (Geol.)***14.**

Lemee (1967) *Precis de Biogeographie.* Paris.

Levitt, J. (1972) *Responses of Plants to Environmental Stresses.* Academic Press, New York.

Lewis, L.F. (1937) *Variation of temperature at oxford. 1815-1934. Prof. Notes. Meteor. Office London,* **5** (77).

Lundegardh, H. (1931) *Environment and Plant Development.* Translated by E. Ashby. Edward Arnold. Com. London.

Lyssenko, T.D. (1936) *Principles of Vernalization.* Moscow.

Maarel, E. Vanider (1971) Plant species diversity in relation to management. In the *Scientific Management of Animal and Plant Communities for Conservation* (E. Duffery and A.S. Wat, Eds.) Blackwell, Oxford.

Mahmoud, A. (1977) Germination of three desert *Acacias* in relation to their survival in arid environment. *Proc. Saudi Biol. Soc.* **1** (1st. Conf. Riyadh).

Mahmoud, A., El-Sheikh, A.M. and **Abdul Baset, S.** (1982) Germination of *Artemisia abyssinica.* Sch. Bip. *J. Col. Sci.,* King Saud Uhiversity **14** (2).

———————————— and **Isawi, F.** (1982) Ecology of the littoral salt marsh vegetation at Rabigh on the Red Sea Coast of Saudi Arabia. *J. arid envir.* **5.**

Mahmoud, A. and **Grime, J.P.** (1976) An analysis of competitive ability in three perennial grasses. *New Phytol.* **77.**

Martin, P. and **Rademacher, B.** (1960) Experimentalle ventersuchungen zur Frage der Nachwirkung von Rapsiwurzelrukstanden. *Z. Acker Pflanzenban* **III.**

Maximov, N.A. (1929) Internal factors of Frost and drought resistance in plants. *Protoplasma* **7.**

McNaughton, S.J. (1968) Autotoxic feedback in relation to germination and seedling growth in *Typha latifolia. Ecology* **49.**

Meigs, P. (1953) World distribution of arid and semi-arid climates. *Review of research of arid zone hydrology.* (Arid Zone Res. I) UNESCO Paris .

Meusel, M. (1943) *Vergleichende Arealkunde* ill, Bd. 2. Berlin.

Migahid, A. M. (1978) *Flora of Saudi Arabia.* Riyadh University Publication.

Migahid, A. M., Batanouny, K.H. and **Abdel Wahab, M.A.** (1973) Ecophysiological studies on desert plants. VIII. Root penetration of *Leptadenia pyrotechnica* (Forsk)., *Decne in relation to its water balance, Oceologia* (Berl.) **II.**

Migahid, A. M.and **El-Sheikh, A.M.** (1977) Types of desert habitat and their vegetation in central and eastern Saudi Arabia. *Proc. Saudi Biol. Soc.* **1** (1st Conf. Riyadh).

Molisch, H. (1937) Der Einfluss einer Pflanze auf die ander-Allelopathie. Ficher, Jena.

Monsi, M. and **Saeki, T.** (1953) Uber den Lichtfaktor in den Pflanzengesell schaften and Seine Bedentung fur die Stoffproduktion. *Jap. J. Bot.* **14.**

Muller, C.H. (1966) The role of chemical inhibition (Allelopathy) in Vegetational Composition. *Bull. Torrey Bot. Clud.* **93.**

Obeid, M. and **Mahmoud, A.** (1971) Ecological studies on the vegetation of the Sudan. II. *The ecological relationships of the vegetation of Khartoum Pro-*

vince Vegetation **23.**

Olsen, C. (1921) The ecology of *Urtica dioica. J. Ecol.* **9.**

Orshan, G. and **Zand, G.** (1962) Seasonal body reduction of certain desert halfshrubs. *Bull. Res. Couns.* **II.**

Ozenda, P. (1958) *Flora du sahara.* Septentrional et Central. Paris.

Palmer, J.H. and **Sager, G.R.** (1963) Biological flora of the British Isles: *Agropyron repens. J. Ecol.* **51.**

Parson, B. (1968) Agricultural and water resources. *The great Nufud Sedementary Basin,* Kingdom of Saudi Arabia. Vol. **II** - The lettre Majuscule agricultural resources.

Petrov, M.P. (1973) *Deserts of the World.* "NAUKA" Publishing House Leningrad.

Popov, G.B. and **Zeller, W.** (1963) Ecological survey report on the 1962 survey in the Arabian penninsula. *FAO Progress Report UNSF/DL/ES/***6.**

Polunin, N. (1971) *Introduction to Plant Geography.* (Longman), London.

Raunkiaer, C. (1937) *Plant Life Forms.* Oxford.

Rice, E.L. (1974) *Allelopathy.* Academic Press, New York.

Richards, P.W. (1957) *The Tropical Rain Forest.* An Ecological Study. Cambridge University Press.

Ridley, M.N. (1930) The dispersal of plants throughout the world, Kent, Ashford.

Rikle, M. (1943-1948) *Das Pflanzenkleid der Mittlmeerlander* **II, III** Bern.

Salisbury, I.H. (1942) *The Reproductive Capacity of Plants.* Bell, London.

Schennikov, A.P. (1950) *Plant Ecology.* Moscow.

Schimper, A.F.W. (1898) *Plant Geography Upon a Physiological Basis* (Trans. Fisher, Oxford 1903).

Schmithusen, J. (1961) *Allgemeine Vegetation Geographie.* Berlin.

Schouw, F. (1822) Grundtraev til en almindelig plantgeographie. Gyldendal. Kjobenhaven.

Schwartz, O. (1939) Flora des tropischen Arabïen. *Mett. Inst. allg. Bot.* **10.** Hamburg.

Serebriakov, I.G. (1962) *Ecological-Morphology of Plants.* Moscow.

Shreve, F. (1951) Vegetation of Sonoran Desert. *Carnegie Institute of Washington,* No. **591.**

Skoss, J.D. (1955) Structure and composition of plants cuticle in relation to environmental factors and permeability. *Bot. Gaz.* **117,** Chicago.

Smith, J. (1949) *Distribution of Three Species in The Sudan in Relation to Rainfall and Soil Texture.* Ministry of Agriculture, Khartoum.

Sosnoveski, D.I. (1928) *Pinus eldarica. J. Geog. Assoc.* **T 21.**

Stebbing, E.P. (1938) The man-made desert in Africa: Erosion and drought. *J. Roy. Afr. Soc.* **37,1.**

——————— (1953) *The Creeping Desert in The Sudan and Elsewhere in Africa between 13-15 Latitudes.* Forest Department, Khartoum, Sudan.

Stocker, O. (1935) Ein Beitrag Transpiration Grobe in Javanischen Regenwold. *JB. Wiss. Bot.* **81.**

Szafer, W. (1952) *Zarys Ogolnej Geografii Roslin.* Warsaw.

Takhtajan, A. (1978) *The Floristic Regions of The World. "NAUKA" Leningrad.*

Tolmatchev (1974) *Introduction to Plant Geography.* Leningrad, Univ. Press.

Thurston, J.M. (1969) The effects of liming and fertilizers on the botanical composition of permanent grassland and on the yield of hay. In *Ecological Aspects of Mineral Nutrition of Plants.* (I.H. Rorison, Ed.) Blackwell, Oxford.

Ule, E. (1905) Blumengerten der Ameisen am Amazonenstrome. *Veg. Bilder,* **3** and **4.**

Vesey-Fitz Gerald, D.F. (1955) Vegetation of the Red Sea coast south of Jeddah, Saudi Arabia. *J. Ecol.* **43**: 477.

Voronov (1973) *Geobotany.* High School Press. Moscow.

Walter, H. (1964-1968) *Die vegetation der Erde.*, **I** (1964), and **II, III** (1968). (English translation) VEB Gustav Fisher Verlagm Jena.

———— (1971) *Ecology of Tropical and Subtropical Vegetation (English translation).* Oliver and Boyd, Edinburgh.

———— (1973) *Vegetation of the Earth in Relation to climate and the Eco-physiological conditions.* The English University Press Ltd. London.

———— and **Leith, H.** (1960 - 1964) *Klimadiagrams-weltatlas,* Jena.

———— and **Steiner, M.** (1936) Die Okologie der Ostafrikanischen Mangrovrn. *Z. Bot.* **30.**

Warming, A.A. (1895) *Oecology of Plants.* (Trans. by Groom and Balfour 1909) London.

Watt, A.S. (1955) Bracken versus heather: a study in plant sociology. *J. Ecol.* **43.**

Wissman, H. (1948) Pflanzentlimatische Grenzen der warmen Tropen. *Erdlunde* **2.**

Wulff, E.V. (1933) *Introduction to Historical Geography of Plants.* Moscow.

Wulff, E.V. (1944) *Historical Geography of Plants.* Moscow.

Yousif, M.M and **El-Sheikh, A.M.** (1981) The vegetation alongside a running water canal at Al-Kharj. *J. Coll. Sci.,* King Saud Univ. **12** (1).

Zahran, M. A. (1976) Biogeography of mangrove vegetation along the Red Sea coasts. *International Symposium of the Biology and Management of Mangrove,* Honolulu, Hawaii 8-13/101, 1974.

———— **Hajrah, H.H.** and **Younis, A.A.** (1980) On the Ecology of Mongal Vegetation of the Saudi Red Sea coast. *Proc. Second Int. Symp. of Mangrove Vegetation.* Papua New Guinaea. July 26-31, 1980.

Zohary, M. (1957) Contribution to flora of Saudi Arabia. *J. Linn. Soc.* London., *Bot.* **55.**

Zohary, M. (1973) Geobotanical Foundation of the Middle East. **I.** Fisher, Amsterdam.

كشاف المصطلحات العلمية

أولاً - عربي - إنجليزي

أ

ت

غ

ق

ك

م

ن

و

ي

ثانيًا : إنجليزي - عربي

A

B

C

D

E

M

N

O

P

S

T

X

Z

ردمك : ٩٩٦٠-٠٥-٢٦٧-٢

ISBN: 9960-05-267-2